XA
.R483

Per. 2
Vol. 49
1874

THE NEW YORK BOTANICAL GARDEN
PRO SCIENTIA POPULIQUE SALUTE
1891

LIBRARY

CONSERVATOIRE
BOTANIQUE
VILLE de GENÈVE
DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENÈVE
VENDU EN 1922

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

CONSERVATOIRE
BOTANIQUE
VILLE de GENÈVE

DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENÈVE
VENDU EN 1922

Genève. — Imprimerie Ramboz et Schuchardt.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ET

REVUE SUISSE

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

NOUVELLE PÉRIODE

TOME QUARANTE-NEUVIÈME

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

CONSERVATOIRE
BOTANIQUE
VILLE de GENÈVE

GENÈVE
BUREAU DES ARCHIVES, RUE DE LA PÉLISSERIE, 18

LAUSANNE
GEORGES BRIDEL
Place de la Louve, 1

PARIS
SANDOZ et FISCHBACHER
Rue de Seine, 33

Dépôt pour l'ALLEMAGNE, H. GEORG, A BALE

1874

DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENÈVE
VENDU EN 1922

QH
.R483
Per. 2
Vol. 49
1874

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

NOTE
SUR
LA SURFACE DES ONDES

Par M. Charles CELLÉRIER.

Communiqué à la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève [1].

La théorie de la lumière est une des branches de la physique pour lesquelles l'accord du calcul et de l'observation semble le plus complet; toutefois dès qu'on veut expliquer les phénomènes par les mouvements des molécules dus à leur action réciproque, il se présente des points obscurs; non-seulement la détermination complète des modifications produites à la surface de séparation de deux milieux offre des difficultés insurmontables, mais la loi de la propagation de la lumière dans un milieu homogène indéfini, c'est-à-dire la forme de la surface des ondes dans les corps biréfringents, et la direction des vibrations, semblent ne pas concorder avec les lois de l'expérience.

Nous indiquerons plus loin en quoi consiste ce désaccord, et nous chercherons à montrer qu'il n'est qu'apparent; c'est-à-dire que les lois mathématiques propres à représenter les faits observés, et celles qu'on déduit de la théorie, tout en étant complétement contradictoires quant à leur forme, se trouvent donner les mêmes résultats numériques.

Pour tous les développements de pur calcul, transformations algébriques, etc., nous renverrons au mémoire plus étendu inséré dans les *Mémoires de la Société de Phy-*

AUG 7 - 1923

[1] *Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève*, 1873, tome XXIII, p. 161.

sique, et nous nous bornerons, dans ce qui suit, à indiquer les données et les résultats de ces calculs, et surtout à préciser et discuter les hypothèses physiques sur lesquelles ils s'appuient.

Commençons par rappeler le mode de constitution des corps, tel qu'il est admis par Fresnel, Poisson et Cauchy : Les milieux transmettant la lumière sont composés de molécules s'attirant ou se repoussant suivant la droite qui les joint, en raison directe de leur masse et d'une fonction inconnue de leur distance. On les considère dans le calcul comme des points matériels ; cela ne veut point dire qu'on n'attribue aucune étendue à ces petits corps, mais le mouvement calculé est celui de leurs centres de gravité, et l'action est considérée comme fonction de la distance des deux centres; cette hypothèse est très-approchée s'ils sont forts petits, et tout à fait rigoureuse s'ils sont sphériques, quelles que soient leurs dimensions.

On admet en outre qu'il existe un système de positions des molécules pour lesquelles toutes resteraient en équilibre; il suffit de faire cette hypothèse pour l'intérieur du corps, à une distance notable des surfaces qui le limitent, l'équilibre sur ces surfaces donnant lieu à quelques difficultés.

En partant de ces données Fresnel détermine les lois des ondes planes : on désigne ainsi un mouvement tel que pour toutes les molécules situées dans un même plan quelconque parallèle à un plan fixe, les déplacements soient au même instant égaux et parallèles de même que les vitesses. Si les déplacements initiaux satisfont cette condition il en sera de même du mouvement ultérieur : si en outre l'onde plane initiale est limitée entre deux plans parallèles indéfinis très-rapprochés, il naîtra de

chaque côté une onde plane dans les milieux monoréfringents ou isotropes, deux dans les biréfringents; chacune est limitée comme l'onde initiale et se propage avec une vitesse uniforme s qui dépend de son orientation. En réalité le mouvement initial n'a point la forme d'une onde plane, ce qui le supposerait étendu à l'infini; il doit être considéré comme concentré dans un espace d'une petite étendue, nommé centre d'ébranlement, d'où il se répand en tous sens; Fresnel ramène ce cas au précédent en admettant qu'il passe par ce centre une infinité d'ondes planes initiales, dirigées en tous sens, et dont le mouvement est infiniment faible, de sorte qu'il est sensible seulement au centre où toutes viennent se croiser. Chaque onde se propage suivant sa vitesse propre, mais le mouvement n'est sensible qu'aux points où elles viennent se couper en plus grande abondance, c'est-à-dire sur la surface enveloppe de leurs positions. Le mouvement par suite se compose d'une ou plusieurs ondes dont la forme générale est tantôt sphérique tantôt moins régulière, ayant une fort petite épaisseur. En considérant le centre d'ébranlement comme réduit à un point, l'onde est mieux définie et se réduit de même à une simple surface; on nomme spécialement surface des ondes ce qu'elle devient au bout de l'unité de temps. Les ondes planes dont elle dépend étant infiniment minces peuvent être regardées comme des plans, et doivent former l'ensemble des plans tangents à la surface; cela détermine la forme de cette dernière.

Cette assimilation du mouvement partant d'un centre à un système d'ondes planes est parfaitement conforme à la théorie, et ne peut être l'objet d'aucun doute. Quant aux raisonnements dont s'est servi Fresnel pour déter-

miner les valeurs s des vitesses de ces ondes, ils ne sont pas en général admis comme concluants au point de vue mécanique; mais la loi qu'ils ont pour but de démontrer représente exactement les faits, et la surface des ondes qui en résulte est conforme à la réalité. Elle se compose, pour les cristaux à deux axes, de deux nappes dont chacune est symétrique par rapport à trois plans rectangulaires; leurs sections principales, ou celles que font ces plans, sont sur l'une un cercle, sur l'autre une ellipse; l'une des nappes enveloppe complétement l'autre, et n'a de commun avec elle que quatre points situés sur l'une des sections. La forme des deux nappes ne dépend pour chaque corps que de la valeur de trois demi-axes que nous désignerons par A, B, C. Les vibrations des molécules sont toujours comprises dans le plan tangent, et perpendiculaires au plan que l'on connaît par expérience sous le nom de plan de polarisation.

Le cas des cristaux à un axe se déduit du précédent en supposant égales deux des constantes et les nappes deviennent alors un ellipsoïde de révolution et une sphère, celle-ci ayant pour diamètre l'axe principal du premier. Enfin, dans les milieux isotropes, les deux nappes se réduisent à une seule sphère.

En partant des hypothèses énoncées plus haut, Poisson et Cauchy ont déterminé les équations du mouvement des molécules par diverses méthodes; leur forme rigoureuse contient une suite de coefficients dépendant de la constitution du corps et que nous désignerons d'une manière générale par la lettre k: ils rentrent tous dans la forme

$$k = \Sigma m f(r) x^n y^{n'} z^{n''},$$

la somme Σ s'étendant à toutes les molécules voisines

d'une molécule déterminée μ; pour chacune m est sa masse; x, y, z ses coordonnées rectangulaires par rapport à μ prise pour origine, r sa distance, et f(r) une fonction qui dépend de la loi d'attraction; n, n′, n″ sont des exposants entiers positifs ou nuls. Les masses m peuvent être fort inégales, et même rien n'empêche de supposer que f(r) ait des formes différentes pour les diverses molécules, ce qui rend superflu de discuter le rôle de la matière pondérable.

De la forme d'équations ainsi trouvée on parvient à celle qui est propre à représenter le mouvement par une suite de réductions ou suppressions.

En premier lieu ceux des coefficients k pour lesquels $n+n'+n''$ est impaire sont considérés comme nuls, puis on démontre que d'autres représentent la pression du milieu dans diverses directions. Pour établir ces deux points Poisson et Cauchy ont du recourir à de nouvelles hypothèses, soit l'exacte symétrie des molécules de part et d'autre de μ, soit la répétition identique de groupes de deux d'entre elles ayant la même position relative, etc.

Ces hypothèses nous paraissent donner lieu à une assez grave objection ; si l'on croyait pouvoir évaluer les sommes k en distribuant les molécules par groupes nombreux pour lesquels le facteur f(r) serait sensiblement le même, on trouverait entre elles pour un corps quelconque les relations qui caractérisent l'isotropie. Tout indique donc que l'influence des molécules immédiatement voisines de μ est prédominante dans la somme; ainsi quand on parle de symétrie, de positions semblables, etc., il faudrait prendre ces suppositions à la lettre, admettre que les molécules ont une distribution géométrique régulière; or rien n'est moins prouvé surtout quand il s'agit de l'éther.

Aux hypothèses précédentes s'en joint toujours une autre, savoir que les sommes k restent constantes dans tout le milieu. Chacune se rapporte aux positions d'équilibre, et si l'on prend pour μ tour à tour diverses molécules, sans changer la direction des axes, il est naturel de supposer que les faibles variations éprouvées par k de l'une à l'autre se compensent, et qu'on peut prendre pour cette somme une valeur moyenne. Or on peut démontrer que cette seule considération rend les hypothèses précédentes inutiles; c'est-à-dire que si $n+n'+n''$ est impaire, la valeur moyenne de k est rigoureusement nulle, quelle que puisse être la distribution des molécules régulière ou non; de même les autres sommes dont nous avons parlé représentent rigoureusement la valeur moyenne des pressions.

Ensuite les équations se présentent sous la forme d'une série extrêmement convergente, les exposants n, n', n'' allant croissant dans les différents termes, et une nouvelle réduction consiste à ne conserver que les termes de l'ordre le moins élevé; c'est la dernière des hypothèses ainsi faites à priori; les formules donnent alors pour le mouvement partant d'un centre circonscrit des ondes limitées, c'est-à-dire comprises entre deux surfaces très-voisines. Dans les corps isotropes le fait que la lumière se propage en tout sens suivant la même loi entraîne rigoureusement certaines relations entre les coefficients, et le mouvement se compose de deux ondes sphériques sur lesquelles les vibrations sont longitudinales pour l'une, transversales pour l'autre, ce qui est déjà une remarquable confirmation de la théorie; l'existence d'une onde longitudinale n'est pas une objection, sa disparition pouvant s'expliquer par l'absorption ou d'autres causes.

Si l'on ne néglige pas comme on l'a fait les termes suivants de la série, on trouve que l'épaisseur de l'onde augmente: elle n'est plus limitée et se disperse en se propageant; ce fait correspond évidemment à la dispersion des couleurs, et, par suite, quand il ne s'agit que d'une couleur simple, on est fondé à considérer comme exactes les formules trouvées.

Dans les cristaux à un axe la lumière se propage de la même manière dans toutes les directions placées de même par rapport à l'axe optique; dans les cristaux à deux axes cela n'a plus lieu, mais on observe que son mode de propagation est symétrique par rapport à trois plans rectangulaires entre eux, dont l'un renferme les deux axes optiques, et les autres sont menés par leurs deux bissectrices; de là résultent encore rigoureusement certaines relations entre les sommes k, et, en particulier, toutes celles où n, n′, ou n″ sont impaires disparaissent.

La surface des ondes qu'on trouve ainsi pour les milieux biréfringents se compose de trois nappes dont deux ont les vibrations à peu près transversales, et devraient correspondre aux deux de Fresnel; mais les efforts qu'on a faits pour vérifier leur coïncidence n'ont pas été heureux; aussi Verdet (Optique Physique, tome I, page 501) dit-il que « dans les milieux non isotropes on ne peut par aucune relation entre les coefficients faire rentrer rigoureusement la théorie de Fresnel dans celle de Cauchy.» Ce jugement est exact s'il ne s'agit que d'assimiler quant à leur forme algébrique les équations des surfaces d'onde théorique et physique; et c'est à ce point de vue que d'autres géomètres se sont occupés de la même question; mais il en est tout autrement comme nous verrons, s'il s'agit de comparer leur forme géométrique; or c'est de là seu-

lement que dépend l'accord du calcul et de l'expérience ; en d'autres termes, il suffit de montrer que les lois de la direction des rayons réfractés telles qu'elles résultent de la théorie, concordent numériquement avec l'observation ; peu importe alors la formule algébrique qui est censée représenter cette dernière.

Un point essentiel pour arriver à ce résultat est la considération des pressions. Dans un plan quelconque, par exemple dans un plan horizontal, choisissons à volonté une certaine aire plane α; ajoutons les trois composantes de l'action de toutes les molécules inférieures au plan sur toutes celles qui sont au-dessus, en nous bornant aux groupes de deux molécules pour lesquelles la droite qui les joint traverse l'intérieur de l'aire. Nous aurons ainsi les trois composantes de la pression sur cette aire, et en divisant par α, nous les obtiendrons pour l'unité de surface. Elles sont, comme nous l'avons dit, exprimées exactement par quelques-unes des sommes k, sauf un facteur constant et positif; elles se rapportent à l'état d'équilibre, et sont considérées comme constantes dans toute l'étendue du milieu; l'une est la pression normale, les autres des composantes tangentielles. Or, il est impossible que ces dernières existent dans l'état d'équilibre; cela peut arriver dans un milieu où les tensions seraient variables d'un point à l'autre ; mais on ne peut admettre, par exemple, que la portion inférieure à un plan horizontal sollicite la portion supérieure à se mouvoir de gauche à droite, et cela, à la fois, dans toute l'étendue du plan, et dans tout plan horizontal tracé à l'intérieur du corps. Peu importe que, dans ces pressions, il s'agisse du fluide éthéré ou des molécules pondérables; l'équilibre se rétablirait par un glissement. On est donc forcé d'admettre que sur tout

plan tracé à l'intérieur du milieu la pression est normale et l'on en peut déduire rigoureusement qu'elle a la même valeur en tout sens. Verdet (p. 503) dit que les pressions normales, suivant les trois directions rectangulaires, égales dans les corps isotropes, ne peuvent l'être dans les autres sans être nulles; elles ont, en effet, une forme analytique différente, mais rien n'empêche que leur valeur numérique, malgré cela, soit la même, si c'est une conséquence nécessaire de l'équilibre.

Verdet remarque du reste avec raison que cette nullité serait une objection à la théorie, l'existence d'une pression étant un fait général dans tous les milieux; nous ajouterons que suivant toute probabilité, il s'agit bien d'une pression et non d'une tension ou traction. Cette dernière, en effet, supposerait entre les molécules une prédominance de la force attractive qui serait inconciliable avec l'état d'équilibre; il est vrai que les hypothèses relatives aux actions moléculaires renferment bien des points obscurs, et ne doivent peut-être pas être prises à la lettre; mais tout se passe comme si elles étaient exactes et l'on ne peut guère admettre un fait qui les rendrait entièrement illusoires. Nous nommerons λ la constante unique qui dépend de la pression; si c'est réellement une pression elle est négative, mais devient positive dans le cas d'une tension. Tout en regardant, en général, l'autre cas comme le plus probable et le principal, nous examinerons en détail les modifications que ce dernier amènerait. Il reste en outre dans les formules six constantes que nous désignerons par a, b, c, a_1, b_1, c_1. Dans les corps isotropes on a $a=b=c$, $a_1=b_1=c_1=3a$; dans les semi-isotropes, ou cristaux à un axe, on a $a=b$, $a_1=b_1=3c$; dans les cristaux à deux axes on ne con-

naît, a priori, aucune relation entre les constantes; on sait seulement que les milieux biréfringents s'écartant peu de l'isotropie, a, b et c sont à peu près égales, et a_1, b_1, c_1 à peu près le triple; en outre on reconnaît avec évidence que A^2, B^2, C^2, carrés des constantes de Fresnel sont les mêmes que $\lambda+a$, $\lambda+b$, $\lambda+c$, des formules théoriques. Les différences des nombres A^2, B^2, C^2 entre eux ne dépassent pour aucun milieu biréfringent le quart de leur valeur moyenne; si donc on nomme d, comme nous le ferons toujours, la moyenne du plus grand et du plus petit des nombres a, b, c, les différences $a-b$, $a-c$, $b-c$, ne dépasseront jamais le quart de $\lambda+d$, et par suite seront inférieures à $\frac{d}{4}$ si λ est négatif.

Malgré ce que les notions précédentes présentent encore de vague, on peut déjà se faire une idée de l'écart de transversalité dans les deux nappes correspondant à celles de Fresnel et que nous nommerons nappes théoriques. Cet écart, ou l'angle de la direction des vibrations avec le plan tangent, ne paraît pas pouvoir dépasser 8 ou 9 degrés dans les circonstances les plus défavorables; cela résulte d'évaluations particulières à divers points; un calcul plus général, mais devant donner un maximum beaucoup trop fort aboutit à un écart de 20°. Or, il faut remarquer que, si la forme physique de la surface des ondes est déterminée par expérience avec une grande précision au moyen de la construction d'Huyghens, il n'existe rien de pareil pour la direction des vibrations. On sait seulement qu'elles sont, ou dans le plan de polarisation, ou perpendiculaires à ce plan comme le croyait Fresnel, et de plus à peu près transversales; l'écart précédent n'empêcherait point les phénomènes connus d'extinction ou de renforcement de lumière.

Dans les cristaux à un axe, l'une des ondes théoriques coïncide rigoureusement avec l'ellipsoïde de révolution qui correspond au rayon extraordinaire : l'autre s'écarte peu de la sphère de Fresnel, et s'accorde avec elle suivant les directions principales; mais la direction théorique des vibrations est inversée; sur l'ellipsoïde elle est constamment la tangente au parallèle de la surface, et sur la sphère à peu près tangente au méridien, de sorte qu'elle est pour toutes deux parallèle au plan de polarisation.

Dans les cristaux à deux axes, on trouve, pour une section principale des nappes physiques, comme on l'a dit, une ellipse et un cercle : pour l'une des nappes théoriques, la section est rigoureusement la même ellipse, tandis que l'autre s'écarte peu du cercle. La direction des vibrations, sur ces sections, est encore l'inverse de celles que supposait Fresnel.

Il y a, comme on le voit, accord sur certains points, désaccord apparent pour d'autres ; mais cela tient à ce que nous avons laissé indéterminées les constantes a_1, b_1, c_1, sauf une vague notion sur leur ordre de grandeur; elles ont cependant une valeur propre à chaque corps. Mais il se présente la circonstance singulière que, dans la nature, les propriétés optiques d'un corps résultent des valeurs de $\lambda + a$, $\lambda + b$, $\lambda + c$, seulement, tandis qu'au point de vue théorique où les formules ont été obtenues, d'autres éléments doivent être comptés; on pourrait, par exemple, imaginer deux systèmes moléculaires pour lesquels a, b, c, seraient les mêmes, et a_1, etc. différentes. Les milieux biréfringents offrent donc ce caractère que a_1, b_1, c_1 sont des fonctions déterminées de a, b, c; ce n'est qu'en étudiant, autant qu'il est possible de le faire la

forme de ces fonctions que nous pourrons juger de l'accord plus ou moins grand des surfaces des ondes.

Pour les comparaisons numériques, nous conviendrons de nommer δ le rapport de la différence du plus grand et du plus petit des nombres A^2, B^2, C^2, à leur demi-somme; celle-ci est également $\lambda + d$, d étant la demi-somme du plus grand et du plus petit des nombres a, b, c. Si l'on fait varier dans le même rapport λ, a, b, a_1, etc., et par suite aussi A^2, B^2, C^2, toutes les nappes restent géométriquement semblables; aussi, pour apprécier leurs différences de forme nous supposerons, dans toutes les valeurs numériques données plus loin qu'on ait pris $\lambda + d$ pour unité; le rayon vecteur moyen des diverses nappes est alors aussi à peu près l'unité.

Nous désignerons sous le nom d'écart la différence des rayons vecteurs d'une nappe de Fresnel et de la nappe théorique correspondante, calculés pour une même direction, de sorte qu'il sera variable sur la surface. La plus grande distance des deux nappes de Fresnel entre elles, aussi pour une même direction est environ $\frac{1}{2}\delta$, et l'on aura à vérifier que l'écart est très-petit par rapport à cette quantité. Pour les cristaux à un axe l'écart est nul sur l'une des nappes; pour l'autre, il représente encore le petit angle des directions de deux faisceaux réfractés calculées, soit d'après Fresnel, soit d'après la théorie, le faisceau incident étant le même ; cet angle est plutôt un peu plus faible. Cette nouvelle signification de l'écart reste à peu près exacte dans le cas général.

Le rapport de la plus grande des différences $a - b$, $a - c$, $b - c$, à $\lambda + d$ est le même que δ; par suite son rapport à d sera inférieur si λ est négatif, supérieur s'il est positif; or, c'est de la petitesse de ce second rapport

que dépend celle de l'écart, et aussi celle des écarts des directions des vibrations que nous verrons plus loin. Ne pouvant connaître numériquement a, b, c sans assigner à λ une valeur, nous commencerons toujours par supposer $\lambda = 0$, puis nous indiquerons comment les résultats doivent être modifiés en supposant λ soit négatif soit positif.

Cherchons maintenant ce que peuvent être les valeurs d'a_1, b_1, c_1, en fonction d'a, b, c; la première question à résoudre est de savoir s'il existe de semblables fonctions, empiriques ou non, propres à assurer la coïncidence des nappes; car si cela n'a pas lieu, toute autre recherche est inutile. Nous commencerons donc par les choisir de façon que sur les trois sections principales la courbe qui était à peu près circulaire devienne un cercle exact; par là a_1, b_1, c_1 se trouvent entièrement déterminées.

Dès lors l'accord est complet, et l'écart rigoureusement nul pour les cristaux à un axe. Pour les autres, les équations des deux nappes à comparer ayant une forme tout à fait différente, il est difficile de concevoir que l'accord existant sur les sections s'étendra à toute l'étendue de la surface; c'est pourtant ce qui a lieu presque rigoureusement.

Les principaux cristaux à deux axes pour lesquels on a des données numériques sont l'aragonite et la topaze. Pour l'aragonite δ s'élève environ à $\frac{1}{5}$, mais les valeurs de B et C sont presque égales, ce qui la rapproche des cristaux à un axe et contribue à diminuer l'écart; pour la topaze cette circonstance n'a pas lieu, mais δ n'est plus qu'environ $\frac{1}{80}$; pour avoir une évaluation trop forte et embrasser tous les cas possibles, imaginons un milieu fictif pour lequel δ aurait la plus grande valeur, c'est-à-dire celle du spath ou $\frac{1}{4}$, en supposant que B^2 soit

la moyenne des deux autres pour s'éloigner autant que possible du cas de la sémi-isotropie. On trouvera alors comme maximum de l'écart dans toutes les directions, en supposant $\lambda = 0$: pour le milieu fictif, environ 0,000 000 6; pour l'aragonite ce sera 3 ou 4 unités du 9me ordre décimal; pour la topaze il n'atteint même pas le 13me ordre. Ces valeurs sont encore trop fortes, parce que dans l'impossibilité de calculer rigoureusement le maximum de l'écart, on est contraint d'apprécier les diverses parties de son expression d'une manière exagérée; aussi l'écart calculé pour divers points du milieu fictif, à grande distance des sections principales n'a jamais donné plus de la moitié du maximum ci-dessus. L'extrême exactitude qui résulte de ces chiffres tient, sans doute, en grande partie à la petitesse de δ; toutefois même en supposant $\delta = 1$, ou A^2, B^2, C^2 proportionnels à 3, 2, 1, cas tout à fait impossible, le maximum théorique de l'écart, encore évalué beaucoup trop fort, n'est que de 0,004.

Dans le cas où λ n'est pas nulle, les valeurs précédentes de l'écart doivent être multipliées par une puissance de $1 + \frac{\lambda}{d}$, ce qui les augmenterait si λ était positive, mais à moins d'attribuer à ce facteur une valeur énorme tout à fait improbable, on voit que le désaccord entre les nappes tombe bien au-dessous des erreurs d'observation. Il existe donc pour chaque milieu des valeurs d'a_1, b_1, c_1, rendant l'écart insensible.

Ces valeurs toutefois ne sont, sans doute, pas rigoureusement exactes; elles ont une forme très-compliquée en fonction d'a, b, c, et n'ont *à priori* aucune raison d'être; aussi nous les nommerons les valeurs empiriques de a_1, b_1, c_1, et nous chercherons si l'on ne peut point démontrer

quelques relations donnant pour ces éléments d'autres valeurs approchées seulement, mais pour lesquelles l'écart soit passablement petit.

Remarquons que $a_1 - \frac{3bc}{a}$ s'annulle soit quand $a=b$ et par suite $a_1=3c$, soit quand $a=c$; on peut donc conjecturer que le rapport de cette quantité à $(a-b)(a-c)$ reste toujours fini, et en raisonnant de même pour b_1, c_1, on pourra écrire les valeurs jusqu'ici hypothétiques

$$a_1 = \frac{3bc}{a} + \mu \frac{(a-b)\,(a-c)}{a}, \quad b_1 = \frac{3ac}{b} + \mu' \frac{(b-a)\,(b-c)}{b},$$

$$c_1 = \frac{3ab}{c} + \mu' \frac{(c-a)\,(c-b)}{c},$$

où μ, μ', μ'' sont des coefficients inconnus.

Puis, d'après ce qui a été dit précédemment, il n'est pas possible que l'on ait dans un milieu $a=b=c$ sans qu'il soit isotrope; or si on déforme un milieu biréfringent en supposant que toutes les dimensions parallèles à l'un des axes principaux varient dans un même rapport, on sait par l'exemple du verre comprimé que a, b, c, changeront; si par exemple cet axe est vertical, cela suppose que toutes les molécules ont été déplacées suivant des verticales de manière que leurs distances à un plan horizontal aient été multipliées par $1+\alpha$, α étant très-petit. En opérant des déformations analogues parallèles aux deux autres axes, nommant $1+\beta$, $1+\gamma$ les rapports correspondants, nous pourrons disposer de ces nombres de façon que a, b, c deviennent égales, et si l'on admet que ce nouveau corps soit isotrope, le milieu primitif pouvant en être formé par les changements de dimensions inverses, on trouvera que a, b, c, a_1, etc., sont exprimables par des séries convergentes suivant les puissances

de α, β, γ. Il n'est point nécessaire de supposer que ces changements puissent s'opérer mécaniquement, ni même que α, β, γ aient précisément la signification précédente, ce qui donnerait lieu à quelques difficultés relativement aux pressions; il suffit que a soit exprimable en série convergente suivant de petites quantités α, β, γ, puis qu'en y échangeant ces lettres entre elles, on en déduise la valeur de b et de c, enfin qu'une seule série exprime de même a_1, b_1, c_1; et c'est bien ce qui arrivera si le milieu peut être déduit d'un autre isotrope, en effectuant trois déplacements moléculaires d'une nature inconnue, correspondant aux trois axes, et dont l'intensité soit mesurée par α, β, γ.

Admettons qu'il en soit ainsi comme c'est fort probable; alors comme on a $a=b$ quand $\alpha=\beta$, la série qui exprime $a-b$ sera entièrement divisible par $\alpha-\beta$; il en sera de même pour $a-c$ et $\alpha-\gamma$; puis $a_1+3a-3b-3c$ s'annulant soit pour $\alpha=\beta$, soit pour $\alpha=\gamma$, sera aussi entièrement divisible par $(\alpha-\beta)(\alpha-\gamma)$, et par suite sera le produit de $(a-b)(a-c)$ par une série convergente; enfin en substituant

$$3a-3b-3c=3\frac{(a-b)\ (a-c)}{a}-\frac{3bc}{a},$$

on retrouvera pour a_1 et de même pour b_1 et c_1 les valeurs déjà posées comme hypothèses, et maintenant on saura que μ, μ', μ'' sont des séries de même forme dont le 1er terme indépendant de α, β, γ, est commun à toutes trois. En développant les valeurs empiriques de a_1, b_1, c_1 suivant les puissances des petites quantités $a-b$, $a-c$, $b-c$, on retrouve exactement les valeurs précédentes et dans ce cas les séries représentées par μ, μ', μ'' ont $\frac{3}{2}$ pour premier terme; ainsi nous arrivons *à priori* à dé-

montrer ces formules comme exactes au 3me ordre près ; il faut toutefois pour cela considérer μ, μ', μ'' comme différant peu de $\frac{3}{2}$.

Le tableau suivant suppose que $\frac{3}{2}$ soit leur valeur exacte ; il se rapporte à trois points de chaque nappe, notablement distants, soit entre eux, soit des sections principales, et au milieu fictif déjà mentionné, en supposant $\lambda = 0$: les nombres e indiquent pour chacun l'écart des nappes ; θ l'écart de transversalité, p celui de la direction ;

	1re nappe.		
e	0,00170	0,00130	0,00118
θ	6°,41′. 0″	7°.27′.30″	6°.31′.20″
p	0°.24′.10″	0°.21′.30″	0°. 0′. 0″
	2me nappe.		
e	0,00073	0,00103	0,00121
θ	4°.38′.10″	5°.58′.50″	4°.59′. 0″
p	0°.13′.50″	0°.25′.30″	0°.26′.40″

pour définir ce dernier, menons par un point M de la surface des ondes, la normale MN, puis les directions MA, MB des vibrations d'après Fresnel et d'après la théorie, de sorte que MA soit couchée dans le plan tangent ; l'angle de MB avec ce plan est θ ; puis p est celui du plan NMB avec un plan perpendiculaire à MA ; on peut dire aussi que c'est l'angle de la direction théorique avec le plan de polarisation tel qu'il résulte des lois de Fresnel. Cette direction et celle du plan sont données par des formules n'ayant aucun rapport ensemble ; aussi, l'accord singulier qu'indique la petitesse des valeurs de p est une confirmation remarquable de la théorie. Cette petitesse n'est d'ailleurs nullement particulière aux points calculés ; on peut s'assurer par un calcul général que l'angle p est toujours d'un ordre fort petit quoiqu'il soit difficile d'en trouver un maximum exact.

Quant à l'écart, toujours fort petit dans le tableau précédent, on en aura une idée plus précise en le cherchant pour les sections principales; pour les cristaux à un axe, c'est évident, car il est partout le même que sur les sections; pour les cristaux à deux axes, c'est encore sur celles-ci qu'il devient le plus grand, en négligeant du moins les termes du 4me ordre. Une autre source de désaccord provient de ce que les coefficients μ ne sont, sans doute, pas exactement égaux à $\frac{3}{2}$, ou ce qui revient au même, elle correspond aux petits termes négligés dans la valeur d'a_1, b_1, c_1; l'écart qui en résulte devient aussi maximum sur les sections, mais il est impossible de l'évaluer numériquement; on sait seulement qu'il est d'un ordre fort petit. Nous nous bornerons donc au cas où $\mu = \frac{3}{2}$ exactement, et dans ce cas on peut calculer avec précision le maximum d'écart sur les sections principales.

En supposant $\lambda = 0$, ce maximum en employant les constantes de la raie G du spectre est pour le spath 0,0034945; et pour l'aragonite 0,0023507; pour le milieu fictif il serait un peu moindre; pour le quartz, la topaze beaucoup plus petit. Il en résulterait pour le maximum de la déviation d'un faisceau réfracté, le faisceau incident restant le même, environ 10′..15″ pour le spath et 6′..54″ pour l'aragonite. Ces valeurs toutefois supposent l'angle d'incidence de 90°; sans quoi elles seraient moindres. Les constantes correspondant aux autres raies donnent des résultats très-peu différents. Si λ n'est pas supposé nul, les nombres précédents doivent être multipliés par $\left(1 + \frac{\lambda}{d}\right)^2$.

Enfin, même en supposant que μ, μ', μ'' puissent différer un peu de $\frac{3}{2}$, on peut prouver que le phénomène de

la réfraction cylindrique aura rigoureusement lieu; quant à la réfraction conique, elle tient à ce que les deux nappes de la surface des ondes ont seulement quatre points communs; ceux-ci existent également sur les deux nappes théoriques, et ils seront bien les seuls si elles coïncident sensiblement avec les nappes physiques.

En résumé nous croyons pouvoir conclure de ce qui précède qu'il n'y a nullement désaccord entre les lois de la double réfraction, telles que l'observation les fournit et la théorie basée sur les mouvements moléculaires; seulement il est probable que le rayon ordinaire, soit dans les cristaux à un axe, soit sur les sections principales des cristaux à deux axes, n'a pas tout à fait la direction qu'on lui assigne d'ordinaire; toutefois cette déviation, sans être en désaccord avec la théorie, pourrait être assez petite pour échapper à l'observation. Enfin, à moins de renoncer à toute explication mécanique des phénomènes, il faut admettre que la direction des vibrations est parallèle au plan de polarisation; c'est même de là que résulte la confirmation la plus réelle de la théorie. En effet, si nous avons dû emprunter à l'expérience la valeur numérique du nombre μ pour obtenir l'accord des nappes, il n'a été fait aucune nouvelle hypothèse pour arriver à la coïncidence dont nons parlons. Les formules n'ayant aucun rapport de forme avec celles de Fresnel, si leurs constantes avaient été purement empiriques, qu'elles n'eussent eu aucune relation réelle avec les phénomènes, elles auraient dû donner des valeurs de grandeur quelconque à l'angle de la direction des vibrations avec le plan de polarisation.

ÉTUDE

SUR

LES SEICHES DU LAC LÉMAN

PAR

M. F.-A. FOREL

Professeur à l'Académie de Lausanne.

(Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles, tome XII.)

Les riverains du lac Léman appellent *seiche* un phénomène accidentel consistant en un mouvement alternatif et répété d'élévation et d'abaissement du niveau de l'eau du lac.

Cette marée en petites proportions dont le flux et le reflux n'emploient que quelques minutes pour leur révolution, tout en se répétant parfois plusieurs heures durant, a d'abord été observée et étudiée à Genève, puis sur les autres rives du Léman; on en a constaté l'existence sur les autres lacs de la Suisse, et il n'est pas impossible de lui rapporter certains mouvements ou ondulations de la mer (*Marubbia, Raz de marée,* etc.). Le phénomène est donc général et mérite d'être étudié avec soin.

Les seiches sont signalées pour la première fois en 1730 par Fatio de Duillier[1] qui les attribuait à l'arrêt des eaux du Rhône sur le banc du Travers près de Genève par des coups de vent du midi.

[1] Remarques sur l'histoire naturelle du lac de Genève dans l'Histoire de Genève, par Spon. Genève, 1730, tome II, p. 463.

Jallabert[1], en 1742, supposait que les seiches étaient causées à Genève par des crues subites de l'Arve, qui arrêtait l'écoulement du Rhône; à Villeneuve et au Bouveret, qui, suivant lui, étaient les seules localités du grand lac présentant des seiches, par l'afflux subit des eaux de fonte des glaciers[2].

Bertrand, dans une dissertation académique non imprimée[3], supposait que des nuées électriques pouvaient attirer et soulever les eaux du lac, et que les eaux retombant ensuite produisaient des ondulations dont l'effet était d'autant plus sensible que les bords du lac étaient plus resserrés.

H.-B. de Saussure[4], après avoir admis cette dernière théorie, ajoute : « Je crois aussi que des variations promptes et locales dans la pesanteur de l'air peuvent contribuer à ce phénomène et produire des flux et reflux momentanés, en occasionnant des pressions inégales sur les différentes parties du lac. »

De 1802 à 1804 Vaucher voua son attention scientifique et son excellente méthode d'observation à l'étude des seiches. Il publia ses recherches dans un mémoire de 60 pages[5], qui est ce que nous avons de mieux et de plus complet sur le phénomène qui nous occupe.

[1] Histoire de l'Académie royale des Sciences pour l'année 1742. Paris, p. 26.

[2] Cette théorie avait déjà été émise par Addison. Voyez Histoire de l'Acad. royale des Sciences, loc. cit., p. 28.

[3] Cité par Saussure et Vaucher.

[4] Essai sur l'Histoire naturelle des environs de Genève. Voyages dans les Alpes. Neuchâtel, 1779, I, p. 12.

[5] Vaucher, Mémoire sur les seiches du lac de Genève, composé de 1803 à 1804. Mémoires de la Société de physique de Genève, t. VI, p. 35.

Après un court exposé historique, Vaucher nous donne successivement, avec détail, l'observation de dix seiches étudiées par lui du 30 novembre 1802 au 9 janvier 1803. Il se rendait au bord du lac et notait de minute en minute l'état stationnaire, l'élévation ou l'abaissement du niveau des eaux. Voici un exemple de ses observations qui montrera le mode de procéder et donnera une idée de la marche du phénomène.

Du 30 novembre 1802, aux Eaux-Vives de Genève [1].

à 1 h.	26	minutes	m. [2]	2mm	à 1 h.	37	minutes	m.	7mm
»	27	»	st.	0	»	38	»	m.	7
»	28	»	d.	3	»	39	»	m.	4
»	29	»	d.	3	»	40	»	m.	2
»	30	»	d.	7	»	41	»	m.	4
»	31	»	d.	2	»	42	»	m.	3
»	32	»	d.	3	»	43	»	m.	6
»	33	»	st.	0	»	44	»	m.	2
»	34	»	m.	3	»	45	»	d.	0
»	35	»	m.	6	»	46	»	st.	4
»	36	»	m.	4					

Il varia avec beaucoup de soin son mode d'observation et donna, en particulier, une grande attention à l'étude simultanée des mouvements de l'eau dans deux localités plus ou moins éloignées sur la même rive ou sur deux rives opposées du lac.

Il chercha ensuite les rapports qui existent entre la fré-

[1] Vaucher, loc. cit., p. 39.

[2] La lettre *m*, placée devant le chiffre indiquant la dénivellation en millimètre, signifie que le niveau de l'eau *montait*, la lettre *d* qu'il *descendait*, les lettres *st* qu'il était *stationnaire*, qu'il ne montait ni ne descendait. Nous avons, pour plus de commodité, traduit en valeurs métriques les mesures données en pied de roi par les naturalistes genevois.

quence des seiches d'une part et la saison de l'année, ou l'état de l'atmosphère d'autre part. Il constata enfin l'existence des seiches sur les autres lacs suisses qu'il put visiter.

Voici les conclusions qu'il formule lui-même à la suite de ses observations[1] :

« 1° Il y a des seiches plus ou moins considérables dans tous les lacs; ceux dans lesquels on n'en a pas encore aperçu, n'ont pas été suffisamment examinés.

« 2° Ces seiches peuvent avoir lieu dans toutes les saisons de l'année et indifféremment à toutes les heures du jour; mais elles sont, en général, plus fréquentes au printemps et en automne.

« 3° Rien ne paraît influer davantage sur ce phénomène que l'état de l'atmosphère; en sorte que plus cet état est constant, moins il y a de seiches, plus il est variable, plus il y en a. C'est ce que prouvent toutes mes observations qui n'ont donné qu'un faible mouvement ou un mouvement nul toutes les fois que le vent du nord soufflait, que le temps était beau, qu'il régnait des brouillards étendus, et que la pluie ou la neige était générale; tandis que la seiche a toujours été considérable quand l'atmosphère était remplie de nuages pluvieux ou que le temps d'ailleurs assez serein se préparait à l'orage et que le baromètre baissait.

« 4° Toutes choses d'ailleurs égales, les seiches sont d'autant plus considérables sur le lac de Genève que l'on s'approche de la sortie du Rhône. Leur maximum est à cette même sortie, et elles diminuent depuis ce point jusqu'au confluent du Rhône avec l'Arve, où elles sont à peu

[1] Vaucher, loc. cit., p. 75.

près nulles. Il en est de même en avançant de l'autre côté du lac jusqu'à Coppet, où elles ne sont plus que d'un ou deux pouces, et à Rolle, où elles sont moindres, sans cependant devenir jamais nulles.

« 5° L'extrémité orientale du lac de Genève n'a pas des seiches plus sensibles que celles des autres lacs, quoique l'opinion contraire semble établie dans les ouvrages de de Saussure.

« 6° Quoique les seiches soient plus fréquentes au printemps et en automne que dans les autres saisons, cependant elles sont plus considérables en été, et surtout à la fin de cette saison. Les plus grandes qui aient été observées ont toujours eu lieu dans les mois de juillet et d'août ou au commencement de septembre.

« 7° Le minimum des seiches n'a pas de terme, mais leur maximum ne va pas au delà de cinq pieds.

« 8° Enfin, quoique la durée de la seiche soit très-variable, ses limites en plus ne sont guère au delà de 20 à 25 minutes et restent fort souvent en deçà, tandis que ses limites en moins sont zéro. »

Dans la seconde partie de son mémoire, Vaucher recherche quelle est la cause des seiches, et après avoir critiqué les théories de ses prédécesseurs il expose l'explication qui, jusqu'à aujourd'hui, est restée généralement admise. Il cherche la cause du mouvement d'oscillation des seiches dans les variations de la pression atmosphérique; après avoir reconnu que les seiches coïncident généralement avec de grands mouvements barométriques, il considère deux régions distinctes du lac. Il suppose que dans l'une la pression barométrique diminue, dans l'autre elle reste constante ou elle s'élève; ces deux régions sont alors inégalement chargées par l'atmosphère, et le niveau

de l'eau doit tendre à s'élever dans la région où la pression barométrique a baissé, doit s'abaisser dans la région où la pression est la plus forte. Si cette rupture d'équilibre s'est faite un peu subitement, il doit en résulter un mouvement de balancement, et le retour au repos ne s'effectuera qu'après un certain nombre d'oscillations alternatives de plus en plus faibles.

« Il faut considérer, » dit-il, « les eaux des lacs comme formant un siphon à une infinité de branches dont l'une quelconque communique à toutes les autres; que cette branche centrale correspondant à toutes les autres, soit, pour le moment, chargée de la colonne d'air dont le poids doit varier, si cette colonne admet une augmentation de poids ou de tension qui corresponde à une ligne de mercure et, par conséquent, à 14 lignes d'eau, l'eau subjacente tendra à baisser de 14 lignes, et cette quantité dont elle s'abaissera dans la branche correspondante du syphon, sera la même dont elle s'élèvera dans les autres branches, qui n'auront pas changé de poids puisqu'il faut que l'équilibre subsiste[1]. » Puis, l'équilibre tendant à se rétablir, les oscillations successives des seiches se succèdent en diminuant d'intensité.

C'est du reste ce que de Saussure avait déjà admirablement formulé dans les trois lignes que nous avons citées plus haut.

Cette théorie, à laquelle nous n'hésitons pas à nous ranger, a été généralement admise. Je citerai entre autres auteurs qui l'ont acceptée, Studer [2], Meyer [3] et Favre [4].

[1] Vaucher, loc. cit., p. 82.
[2] Lehrbuch der phys. Geographie, V, p. 78.
[3] Physik der Schweiz. Leipzig, 1854, p. 353.
[4] Recherches géologiques, etc. Paris, 1867, I, p. 12.

Une très-belle observation de seiche est celle que M. Venié, directeur de la machine hydraulique de Genève, a fait les 2 et 3 octobre 1841. M. Oltramare en a donné les chiffres dans la séance du 18 octobre de la même année, à l'Académie des sciences de Paris[1]. Cette seiche est la plus grande qui nous soit connue sur le lac Léman.

A. Yersin a publié en 1865 une courte note[2] sur les observations de seiches entreprises à Morges. Nous aurons à revenir bientôt sur cette série.

Citons enfin la remarque suivante[3] : « M. Guillemin parle d'une seiche de $0^m,60$ qui s'est manifestée à Genève le 17 août 1868, et il rapproche ce fait du tremblement de terre qui a eu lieu la veille au Pérou, en supposant que la seiche de notre lac aurait eu pour cause une oscillation du sol. » Cette observation mérite d'être notée. Il est vrai que le 17 août 1868 le baromètre était fort bas, et que dans ce cas l'explication habituelle des seiches pourrait être encore valable; mais il est incontestable que de même qu'une secousse imprimée à un vase plein d'eau détermine des vagues de balancement dans l'eau de ce vase, de même aussi une secousse de la terre doit déterminer des vagues de balancement dans les mers et lacs de notre globe. Et dans le fait, les *raz de marée* de l'Océan coïncident généralement à des secousses de tremblement de terre. Je n'ai pas encore assez d'observations positives pour appuyer cette hypothèse, mais j'estime qu'il y aurait lieu de donner une grande attention à la

[1] Comptes rendus de l'Acad. des Sciences de Paris, XIII, p. 829.
[2] Bulletin de la Société vaud. des Sciences natur., IV, p. 411.
[3] Bulletin de la Société vaud. des Sciences natur., X, p. 178.

coïncidence des très-fortes seiches avec les secousses de tremblement de terre.

Voilà en résumé ce que j'ai su trouver dans la littérature scientifique sur ce phénomène, car je n'entreprendrai pas la discussion de deux mémoires inspirés par ce sujet, l'un à un Anglais qui n'a pas signé l'écrit intitulé : *On the phenomenon called the Seiche, observed on the lake of Geneva* [1], l'autre à un ingénieur français, célèbre dans notre pays par ses hypothèses de haute fantaisie sur les lacs souterrains de la Savoie, M. O. Vallée [2]. M. J. de la Harpe a déjà suffisamment réfuté ce dernier [3].

A côté des observations de Vaucher, faites à Genève et dans les environs, j'ai entre les mains deux autres séries d'observations que je puis leur comparer.

Ce sont d'abord des observations faites simultanément, à Morges par MM. Burnier, Ch. Dufour et Yersin, à Genève par M. Bruderer, astronome, à Nyon par M. J. Veret, à Lausanne par M. Gay et à Vevey par M. Schnetzler. A l'appel d'une dépêche télégraphique, lancée de Morges dans les autres stations pour avertir de l'existence d'une seiche, les divers observateurs suivaient de quart d'heure en quart d'heure les variations du baromètre et du limnimètre. M. Ch. Dufour a bien voulu me communiquer les observations faites d'après cette méthode pour les seiches du 1er avril, du 4 mai, du 16 novembre, du 3 décembre 1854, du 3 février, du 31 mai 1855 et du 12 avril 1856. Ces observations sont surtout importantes au point de vue des variations de baromètre; mais comme dans

[1] Lausanne, S. Delisle, 1838.
[2] Du Rhône et du Lac de Genève. Paris, 1843, p. 31, sqq.
[3] Bulletin de la Société vaud. des Sciences natur., VI, p. 9.

l'étude qui va suivre j'ai complétement laissé de côté cette face de la question, je n'utiliserai dans cette série que les observations limnimétriques, malheureusement en trop petit nombre et ne provenant que des stations de Genève et de Morges.

J'ai moi-même étudié les seiches, à Morges, en 1869 et 1870, dans les conditions suivantes :

Le port de Morges, entièrement fermé par deux jetées qui s'avancent dans le lac, présente actuellement deux ouvertures : l'une de 30 mètres, servant au passage des bateaux, est difficilement abordable pour l'observateur; l'autre ouverture, de 2 mètres de large, percée dans la jetée du nord, en 1854, pour le renouvellement de l'eau du port, est située au bord d'un quai, et peut être facilement surveillée. Or, chaque fois qu'il se produit une différence quelconque dans le niveau de l'eau, à l'intérieur ou à l'extérieur du port, chaque fois que l'eau du lac s'élève ou s'abaisse, l'eau contenue dans le port tendant à regagner le niveau du lac, il se développe, à ces deux ouvertures, un courant plus ou moins violent, d'entrée alors que le niveau du lac s'élève, de sortie alors qu'il s'abaisse.

Ce courant est facilement observable à la petite ouverture de la jetée du nord et devient très-visible toutes les fois qu'une seiche vient modifier le niveau des eaux. On verra plus bas quel parti j'ai pu tirer de ces circonstances favorables, d'une part en constatant la fréquence des seiches, d'autre part en mesurant d'une manière précise leur durée.

Or, de la comparaison des observations de Genève avec celles qui ont été faites à Morges, il ressort une telle différence entre la marche du phénomène dans ces deux stations, que j'ai dû, pour assimiler les seiches de Morges à

celles de Genève, étudier leur mécanisme un peu plus en détail que cela n'a été fait jusqu'à présent. C'est ce travail que je vais exposer dans les pages suivantes. Les conclusions auxquelles j'arriverai devant prouver que le phénomène n'a pas encore été suffisamment étudié et que de nouvelles recherches sont nécessaires, je ne donne ici ces observations qu'à titre de matériaux qui pourront être utilisés pour des travaux subséquents.

Je diviserai cette étude en cinq paragraphes :

Le premier traitera des seiches du lac Léman, étudiées comparativement à Genève et à Morges.

Le second décrira un mouvement oscillatoire de l'eau, analogue aux seiches, observé dans le port de Morges.

Un troisième paragraphe étudiera le mouvement d'oscillation des seiches.

Dans un quatrième, je chercherai expérimentalement les lois de l'oscillation de balancement.

Enfin, je chercherai à conclure dans un cinquième et dernier paragraphe.

I

Les seiches du lac Léman à Genève et à Morges.

Le phénomène des seiches consistant en un flux et un reflux, en des mouvements alternatifs d'élévation et d'abaissement du niveau de l'eau, nous aurons à le considérer sous trois points de vue :

1° L'amplitude de l'oscillation.

2° Sa durée.

3° Ses allures.

I. *Amplitude des oscillations* ou différence de hauteur

entre le maximum et le minimum du niveau de l'eau dans les divers temps de l'oscillation.

a) Cette amplitude est variable dans une même seiche pour les diverses oscillations.

C'est ce que prouve le résumé suivant de la IIIme observation de Vaucher.

Du 4 décembre 1802, à une heure du soir, aux Eaux-Vives. à Genève.

	Ascension.	Descente.		Ascension.	Descente.
	mm	mm		mm	mm
1re vague	41	2	4me vague	9	49
2me »	11	27	5me »	—	18
3me »	31	85			

C'est ce que prouve encore le résumé d'une seiche observée par A. Yersin.

Du 3 décembre 1854, à dix heures du matin, dans le port de Morges.

	Ascension.	Descente.		Ascension.	Descente.
	mm	mm		mm	mm
1re vague	21	39	4me vague	21	21
2me »	26	12	5me »	61	61
3me »	33	48	6me »	33	15

b) L'amplitude des oscillations est variable dans une même localité pour les différentes seiches.

Des dix observations de Vaucher, je prends le maximum d'amplitude pour la montée et la descente et j'obtiens, aux Eaux-Vives, à Genève, les chiffres suivants :

	Ascension.	Descente.		Ascension.	Descente.
	mm	mm		mm	mm
Ire observat.	49	21	VIme observat.	52	65
IIme »	150	97	VIIme »	68	36
IIIme »	41	86	VIIIme »	117	49
IVme »	137	133	IXme »	45	38
Vme »	45	—	Xme »	20	43

Or, Vaucher n'indiquait que les seiches d'une certaine importance; toutes les fois que l'amplitude n'atteignait pas 4 à 5 centimètres, il ne prenait pas la peine de les noter.

D'une autre part, l'histoire nous conserve le souvenir de seiches bien plus considérables observées à Genève.

De Saussure a mesuré, le 3 août 1763 [1], une seiche dont la plus forte amplitude a été de $1^m,481$.

Fatio de Duillier cite la seiche du 16 septembre 1600 [2] comme ayant atteint $1^m,624$.

M. Venié, enfin, a observé, les 2 et 3 octobre 1841, la plus forte seiche dont l'histoire fasse mention [3]. Le 2 octobre au soir, les oscillations furent telles qu'elles dépassèrent les limites de l'échelle limnimétrique et ne purent être mesurées avec fruit. Le 3 octobre, à 4 heures du matin, nouvelles seiches trop fortes pour être mesurées; à 5 heures, l'amplitude de l'oscillation rentre dans les limites de l'échelle et permet les observations suivantes au limnimètre du Grand-Quai, à Genève.

A 6 heures 30, le lac s'élève, en 5 minutes, à $1^m,218$ au-dessus du niveau moyen de la journée. Il baisse lentement, et, à 9 heures 5, il est à $0^m,920$ au-dessous de ce même niveau. De 6 à 10 heures du matin, le niveau présente 5 maximums et 5 minimums, diminuant graduellement d'importance.

Dans cette seiche mémorable, l'amplitude mesurée a donc atteint $2^m,14$, et les oscillations qui n'ont pu être évaluées ont dépassé ce chiffre.

[1] Loc. cit., p. 13.

[2] Loc. cit., p. 463.

[3] Description d'Oltramare dans les Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris, tome XIII, p. 829.

L'amplitude des seiches, à Genève, oscillerait donc entre 0 et $2^m,15$.

c) L'amplitude des seiches varie suivant les localités et les points de la rive où on les observe.

Vaucher avait déjà indiqué la différence d'amplitude des mêmes seiches aux Eaux-Vives de Genève, et à Genthod (à une lieue environ de l'extrémité du lac); dans la première station, les seiches avaient une amplitude quadruple de celles de Genthod.

Si l'on compare l'amplitude des seiches, à Genève et dans le grand lac, la démonstration sera plus évidente encore.

Nous venons de voir qu'à Genève les seiches peuvent atteindre une amplitude de 1 à 2 mètres. A Morges, nous ne connaissons rien de pareil. Sans aller aussi loin que Vaucher, qui limitait à quelques lignes la hauteur des oscillations à Vevey, il est pour nous un fait certain, c'est que, dans le grand lac, les seiches sont beaucoup plus faibles qu'à Genève.

La seiche du 16 novembre 1854 a été observée simultanément à Morges et à Genève. Le limnimètre du Grand-Quai, à Genève, indiquait une amplitude de seiches allant jusqu'à 145^{mm}; pendant ce temps, la seiche, à Morges, n'atteignait pas 60^{mm} [1].

Sans pouvoir l'appuyer sur des observations directes, mais en nous fondant sur l'expérience de toutes les personnes qui, à Morges, étudient le lac, nous pouvons évaluer

[1] Au sujet de cette observation nous devons réserver à une discussion ultérieure la question de savoir si c'était la même seiche qui était sensible à Morges et à Genève, si les oscillations du niveau de l'eau dans les deux localités étaient dues à la même cause, à la même impulsion.

de 1 à 3 centimètres les seiches moyennes, et à 10 centimètres les fortes seiches.

J'en ai cependant observé une, le 10 septembre[1] 1869, à 7 heures du soir, qui m'a offert, dans le port de Morges, une amplitude de 26 centimètres; mais cette observation est tout à fait exceptionnelle.

D'après une communication de M. Ch. Dufour, les seiches sont à Villeneuve, contrairement à l'avis de Vaucher et conformément à celui de de Saussure, plus faibles qu'à Genève, mais plus fortes qu'à Morges. M. Dufour en a observé une, à Villeneuve, qui mesurait 30 centimètres d'amplitude.

En résumé, pour ce qui concerne l'amplitude des oscillations des seiches, nous voyons qu'elle varie :

1° Dans une même seiche et dans une même localité pour les différents temps de l'oscillation.

2° Dans une même localité, pour les différentes seiches.

3° Dans un même lac, pour les différentes localités.

II. *Durée de la vague.* Il y a de même inégalité dans la durée de la vague.

a) La durée des différents temps de l'oscillation n'est pas égale pour une même seiche dans une même localité.

Je le prouverai en citant quelques-unes de mes observations de seiches faites à Morges par le procédé ci-dessus indiqué.

[1] Un point à noter, qui a déjà été signalé par Vaucher, c'est que les plus fortes seiches connues ont été observées dans le mois de juillet à octobre. Ainsi le 16 septembre 1600 (Fatio de Duillier), le 3 août 1763 (Saussure), le 26 juillet 1810, le 11 juillet 1837, les 2 et 3 octobre 1841 (Oltramare et Venié), le 17 août 1868 (Guillemin), le 10 septembre 1869 (Forel), le 8 octobre 1873 (Ch. Dufour).

Observ. I. *Du 7 mai 1869, à neuf heures du matin.*

Heure du commencement du mouvement		Durée en secondes du mouvement	
d'ascension.	de descente.	d'ascension.	de descente.
—	9 h. 26′,10″	—	135
9 h. 28′,25″	» 30,00	95	120
» 32,00	» 34,00	120	135
» 36,15	» 38,30	135	140
» 40,50	» 43, 5	135	115
» 45,00	» 46,20	80	100
» 48,00	» 49,45	105	135
» 52,00	» 54,30	150	165
» 57,15	» 59,50	155	—

Observ. II. *Du 19 mai 1870, à neuf heures du matin.*

Heure du commencement du mouvement		Durée en secondes du mouvement	
d'ascension.	de descente.	d'ascension.	de descente.
9 h. 25′, 6″	9 h. 26′,50″	104	170
» 29,40	» 31, 5	85	185
» 34,10	» 35,40	90	270
» 40,10	» 41,45	95	235
» 45,40	» 47,15	95	125
» 49,20	» 51, 6	106	154
» 53,40	» —	—	—

Dans l'observation I les durées extrêmes ont été en secondes :

pour l'ascension maximum 155 minimum 80
pour la descente » 165 » 115

Dans la seconde observation :

pour l'ascension maximum 110 minimum 90
pour la descente » 270 » 125

Il n'y a donc pas isochronisme dans les temps d'oscillation d'une même seiche.

b) Il n'y a pas non plus égalité dans la durée moyenne des oscillations des diverses seiches observées dans la même localité.

Je résume dans le tableau suivant la durée moyenne de l'oscillation entière de quelques seiches observées à Morges, indiquant en secondes la durée de l'oscillation totale, c'est-à-dire du temps employé pour que l'eau recommence à s'élever, après s'être élevée et abaissée.

N°	Date.			Maximum.	Minimum.	Moyenne.
I	7	mai	1869	300	180	254
II	19	»	»	240	200	210
III	21	»	»	405	280	331
IV	—	»	»	350	280	315
V	—	»	»	230	205	216
VI	28	»	»	330	210	244
VII	—	»	»	275	195	225
VIII	10	septembre	»	400	260	327
IX	2	octobre	»	255	180	206
X	29	novembre	»	—	—	310
XI	9	mai	1870	365	220	288
XII	11	»	»	415	160	247

D'après ces douze observations, la durée extrême des oscillations varierait entre 160 et 415 secondes, les moyennes entre 206 et 331 secondes, et la moyenne générale de ces différents chiffres serait de 264 secondes.

J'en conclus que dans une même localité la durée des seiches varie d'un jour à l'autre.

Jallabert [1] avait déjà remarqué cette différence de durée entre les seiches; il croyait avoir reconnu que plus la seiche était forte, plus elle employait de temps à accomplir ses oscillations. Il fixait de 14 à 15 minutes la durée

[1] Loc. cit., p. 27.

d'une seiche à Genève haute de 7 à 8 pouces (19 à 21 centimètres) et de 24 à 26 minutes la durée d'une seiche dont l'amplitude atteignait un pied (32 centimètres). Je ne puis pas confirmer par les observations que j'ai entre les mains ce rapport entre l'amplitude et la durée des seiches.

c) La durée des seiches diffère aussi notablement d'une localité à l'autre. Elle n'est pas la même à Morges qu'à Genève, et dans cette dernière localité elle est sensiblement plus forte qu'à Morges.

Je viens d'établir qu'à Morges la moyenne de la durée d'une oscillation de seiche est de 264 secondes. Pour les seiches de Genève, je tire des observations faites par Vaucher aux Eaux-Vives les chiffres suivants exprimant en minutes la durée des différentes vagues :

N°	Ascension.	Descente.	Vague entière.
I	—	6	—
—	11	6	17
II	18	13	29
III	—	21	—
—	9	11	30
IV	—	5	—
—	22	(16)	27
VI	4	18	22
—	24	—	42
IX	—	14	—
—	13	—	27
X	12	6	18

D'où je puis tirer la moyenne de 26 $^1/_2$ minutes, soit 1590 secondes[1].

[1] La seiche de Genève du 16 novembre 1854 me donne les résultats suivants exprimés en minutes :

	Ascension.	Descente.	Vague entière.
1re vague	16	15	31
2me »	10	26	36
3me »	20	—	—

Résultat très-analogue à ceux de Vaucher.

Il est vrai que l'observation n° VIII de Vaucher me donne des chiffres beaucoup plus faibles.

EAUX-VIVES.			BAINS LULLIN.		
Ascension.	Descente.	Vague entière.	Ascension.	Descente.	Vague entière.
9	7	16	2	5	7
12	4	16	6	2	8
2	4	6	2	1	3
2	—	—	5	2	7
			4	2	6
			3	1	4
			4	3	7

D'où je tire la moyenne pour la vague entière de 8 minutes ou 480 secondes. Si j'utilisais cette observation pour obtenir la moyenne de durée des seiches à Genève, cette moyenne serait sensiblement abaissée. Mais je préfère réserver cette observation pour une discussion ultérieure, et m'en tenir au chiffre précédemment obtenu de 1590 secondes pour la durée moyenne des seiches à Genève.

Ce chiffre diffère notablement de celui que j'ai obtenu pour la durée des seiches de Morges et est bien plus élevé; ce que je formule en disant que :

La durée de l'oscillation varie d'une localité à l'autre et est sensiblement plus élevée à Genève qu'à Morges.

III. Quant aux *allures* des seiches, voici ce que j'ai à remarquer :

1° D'après les observations de Vaucher, l'ascension et la descente de l'eau se font d'une manière assez irrégulière, tantôt plus rapidement, tantôt moins rapidement, fréquemment interrompues par un temps d'arrêt et même un léger mouvement en sens inverse.

J'ai constaté le même fait à Morges, où les courants d'entrée et de sortie du port présentent souvent de nombreuses irrégularités.

2° J'ai cherché à constater si les mouvements d'ascension et de descente avaient lieu plus rapidement l'un que l'autre.

M. Oltramare, en rendant compte de la seiche de M. Venié du 3 octobre 1841 [1], remarque que le mouvement d'ascension est infiniment plus rapide que celui de descente; dans la seconde vague de cette seiche, l'élévation a eu lieu en 5 minutes, la descente a duré plus de 2 heures.

Pour vérifier ce fait, j'ai comparé dans mes observations de Morges la durée moyenne pour chaque seiche des mouvements d'ascension et de descente. J'ai trouvé que sur douze seiches observées, dans huit cas la durée de l'ascension était moindre que celle de la descente, dans un cas les durées étaient égales, dans trois cas la durée de l'ascension était plus forte que celle de la descente. La moyenne de la durée de l'ascension dans ces douze observations est de 117 secondes, celle de la descente de 147.

Il semblerait donc d'après ces quelques observations qu'il y a une tendance à présenter un mouvement d'ascension plus rapide que le mouvement de descente.

3° J'ai cherché s'il y avait dans le mouvement des seiches tendance à l'accélération ou à la diminution de vitesse du mouvement, du commencement à la fin. Je n'ai rien pu obtenir de constant, observant tantôt une accélération, tantôt un ralentissement, le plus souvent de simples irrégularités.

[1] Comptes rendus de l'Acad. des Sciences de Paris, t. XIII, p. 829.

4° J'ai cherché si je pouvais constater une tendance à l'augmentation ou à la diminution de l'amplitude du mouvement du commencement à la fin, ou s'il y aurait peut-être au milieu de la seiche tendance à la formation d'un maximum d'amplitude.

D'après la théorie de Vaucher, il devrait y avoir décroissance dans l'amplitude des oscillations, la première étant la plus forte, les dernières devenant insensibles. Je dois reconnaître que, dans les observations qui sont entre mes mains, je ne puis citer, comme satisfaisant à cette loi, que les suivantes :

La IIIme observation de Vaucher.

L'observation de Venié, du 2 octobre 1841.

La seiche observée, à Genève, par M. Bruderer, le 16 novembre 1854.

Pour les autres, l'observation n'embrasse pas un assez grand nombre d'oscillations, ou a montré trop d'irrégularités, pour qu'il soit possible d'en tirer quelque chose de précis à ce point de vue.

5° J'ai cherché à constater, à Morges, si, pendant les seiches, on pouvait observer un mouvement de déplacement dans l'eau du lac, mouvement de transport dans la direction du rivage pendant l'ascension de l'eau, de transport du rivage en plein lac pendant la descente. Ce mouvement doit avoir lieu, mais il est inappréciable à l'œil, et je crois pouvoir affirmer qu'en tous les cas, dans une seiche ordinaire, à Morges (de 5 à 10 centimètres d'amplitude), sa valeur ne dépasse pas 30 centimètres pendant toute la durée de la vague.

6° J'ai cherché si, pendant les seiches, l'on pouvait, par un temps très-calme, constater à la surface un mouvement d'ondulation progressive; si l'on pouvait apercevoir

des lames gigantesques qui, venant frapper le rivage, produiraient le mouvement de flux et de reflux. Malgré l'attention que j'ai mise à cette recherche, en observant la déformation qui, dans ce cas, aurait dû être sensible dans les images reflétées par le miroir des eaux, je n'ai jamais rien constaté qui pût être rapporté à cette cause; et je crois pouvoir affirmer que, si les seiches sont occasionnées par des vagues d'oscillation progressive, la largeur de ces vagues serait, dans tous les cas, supérieure à 50 ou 100 mètres.

J'aurai, plus tard, à utiliser ces deux dernières observations négatives, et les deux maximum et minimum que je donne.

7° Pour donner, enfin, une idée de la fréquence des seiches, je dirai que j'en ai observé, dans le mois de mai 1870, les 7, 8, 11, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 23, 26, 27 et 31, soit 13 jours sur 31 ; n'étant pas toujours sur le lieu de l'observation, bien des seiches ont pu m'échapper dans les jours où je n'en ai point notées [1].

II

Petites seiches du port de Morges.

Dans l'hiver de 1869 à 1870, les eaux du lac Léman ont été exceptionnellement basses, le fond du port de Morges a été mis à sec sur un espace de quelques mètres carrés, et la pente presque insensible que présentait cette grève rendait visibles, par un mouvement latéral très-considérable, les moindres oscillations en hauteur des

[1] Il faut bien remarquer ici que d'après toutes les observations, le maximum de fréquence des seiches a lieu au printemps et en automne.

eaux du port. Cela m'a permis de faire l'observation suivante :

Observ. XIII. *Du 6 janvier 1870, à onze h. et demie du matin.*

« Par un léger Morget (brise de terre), je constate de grandes ondulations, consistant en un mouvement alternatif d'ascension et de descente de l'eau du port, parfaitement comparable au mouvement des seiches. Ce mouvement d'oscillation est assez irrégulier ; en 190 secondes de temps, je compte neuf oscillations complètes. La durée de chaque oscillation est donc, en moyenne, de 21 secondes. »

J'ai répété cette observation chaque fois que le phénomène se présentait, et je donne le résumé de cette étude dans le tableau suivant :

N°	Date.	Heure.		Vent.	Nombre d'oscillations.	Durée moyenne en secondes d'une oscillation.
		h.	m.			
XIII	6 janvier 1870	11	30	Léger Morget	9	21.1
XIV	7 » »	11	25	Légère bise	10	33.5
XV	9 » »	2	50	» »	18	21.2
XVI	20 » »	4	7	» »	16	17.5
XVII	5 mars »	5	2	» »	14	15.3
XVIII	10 » »	2	20	» »	16	14.7
XIX	12 » »	10	7	Léger vent	6	34.1

D'après cela, la durée moyenne d'une de ces oscillations serait de 22,5 secondes.

Que sont ces oscillations, et à quoi les comparer ?

Leur allure, je l'ai dit, est celle des seiches, mais leur durée est bien moindre. Nous avons vu que les seiches, à Morges, ont une durée moyenne de 264 secondes ; le

mouvement d'oscillation qui nous occupe a une valeur douze fois moindre, 22,5 secondes. J'ai, du reste, constaté que, pendant que je les observais dans l'intérieur du port, à l'extérieur il n'y avait pas de seiches appréciables.

Serait-ce un mouvement des vagues du vent ? Le tableau que je viens de donner indique que, pendant toutes ces observations, le vent était très-faible ; par un fort vent, le port, lui-même, eût été trop agité pour que ce mouvement fût appréciable. Or, les plus fortes vagues de vent, dont j'ai mesuré la durée (en date du 30 novembre 1869), d'une largeur d'environ 15 mètres d'une crête à l'autre, ne dépassaient pas 4 secondes de durée. La durée des vagues du lac, par des vents très-faibles, tels qu'ils existaient alors que j'observais le mouvement d'oscillation dans le port de Morges, varie entre 0,5 et 1 seconde.

Je n'avais donc affaire ni à un mouvement d'oscillation progressive des vagues du vent, la durée du mouvement étant trop forte, ni à de véritables seiches du lac, la durée du mouvement étant trop faible. J'étais en présence de *seiches du port de Morges,* d'un mouvement analogue à celui des seiches, mais diminué et rapetissé par les dimensions minimes du bassin.

Le port de Morges mesure environ 200 mètres de long dans son plus grand diamètre.

Il peut être intéressant, pour l'étude que nous faisons des seiches du lac Léman, de les comparer à ce mouvement qui leur est analogue, mais en petit et dans des conditions bien plus restreintes. Arrêtons-nous donc un instant à ces seiches du port de Morges.

Leur amplitude est très-faible ; elles mesurent quelques millimètres, 2 ou 3 millimètres au plus ; aussi sont-elles

tout à fait inappréciables alors que le lac est assez élevé pour ne plus présenter la grève fort doucement inclinée que j'ai décrite. Aux ouvertures du port, le courant, déterminé par ces seiches en miniature, est trop faible pour être utilement observable; je crois, cependant, pouvoir lui attribuer certaines irrégularités que j'ai remarquées parfois dans la marche du courant des grandes seiches du lac.

Quant à leur durée moyenne, je l'ai indiquée plus haut: elle varie, suivant les jours d'observation, dans les limites de 14,7 à 34,1 secondes. Je n'ai pas noté, pour une même seiche, la durée des divers temps d'oscillation, mais je puis dire que la même irrégularité que nous avons vue dans les grandes seiches du lac, à Morges et à Genève, est parfaitement sensible dans les petites seiches du port de Morges, et que la durée des vagues qui se succèdent est loin d'être constante et régulière.

J'attribue à deux causes différentes le mouvement de balancement de l'eau que nous venons d'étudier au port de Morges :

1° Au vent. Les observations que j'ai citées ont toutes été faites alors qu'un vent peu violent agitait légèrement l'atmosphère et causait des changements irréguliers de pression sur les différentes parties du bassin.

2° A la vague puissante que refoulent devant eux les bateaux à vapeur; dans ce cas, la seiche du port a une intensité plus forte que lorsqu'elle est causée par le vent, et devient même observable par le courant d'entrée et de sortie aux ouvertures du port.

III

Du mouvement de l'eau dans les seiches.

Quelle est la nature du mouvement qui nous occupe? C'est ce que je dois discuter actuellement.

Il y a deux sortes de mouvement d'oscillation dans les corps: l'oscillation progressive et l'oscillation fixe.

L'oscillation progressive est le mouvement d'ondulation causé par un corps qui frappe l'eau, ou par l'action continue et régulière du vent. La vague circulaire, déterminée dans l'eau par la chute d'une pierre ou d'une goutte de pluie, ou par le coup de la rame; la vague, plus ou moins rectiligne, que détermine la marche d'un bateau ou l'action du vent qui caresse la surface de l'eau en la pressant, sont des vagues d'oscillation progressive.

La vibration déterminée sur la corde d'un violon par le frottement de l'archet, est une oscillation fixe. Cette forme d'oscillation peut être mise en jeu, sur un vase plein d'eau, par l'action isochrone et répétée d'une pression sur un point déterminé de la surface, par des secousses cadencées et rhythmiques du vase, ou simplement par une secousse subite sur les parois du vase, ou par un choc subit sur une surface un peu étendue de l'eau.

Dans l'oscillation progressive, la crête de la vague se déplace sans cesse, en progressant toujours dans la même direction; tous les points de la surface subissent alternativement un mouvement d'élévation et de descente.

Dans l'oscillation fixe la crête de la vague se produit toujours aux mêmes points, et ne se déplace pas, de telle sorte qu'entre les régions de la surface qui subissent une oscillation maximale (ventres d'oscillation) se trouvent des

régions qui restent dans un repos presque absolu (nœuds) au point de vue des mouvements d'élévation et de descente.

Dans l'oscillation progressive la molécule d'eau décrit un mouvement de révolution suivant une ellipse plus ou moins aplatie, mouvement ellipsoïde qui s'effectue pendant que la crête de la vague progresse d'une quantité égale à la largeur de la vague.

Dans l'oscillation fixe la molécule d'eau subit un mouvement de va-et-vient, révolution rectiligne ou courbe, qui s'effectue dans le temps qu'emploie la vague pour s'élever et descendre.

Avons-nous dans les seiches affaire à un mouvement d'oscillation? C'est ce que les allures du phénomène et la répétition du flux et du reflux semblent indiquer.

A quelle forme du mouvement d'oscillation pouvons-nous rapporter les seiches, c'est ce que nous allons chercher a étudier.

Vaucher comparait le mouvement d'oscillation des seiches à celui qui se produirait dans un siphon si l'une des branches était soumise subitement à une pression plus forte ou plus faible que celle qui règne à l'autre branche; il se rangerait ainsi à l'opinion que les seiches sont un mouvement d'*oscillation de balancement*[1]. L'eau du siphon subit le mouvement de va-et-vient rectiligne qui caractérise ce mode d'oscillation.

Mais dans les observations de Vaucher, ou plutôt dans les conclusions qu'il a tirées de ses observations, il est un fait qui, s'il est exact, indiquerait évidemment pour les

[1] J'appelle *oscillation de balancement* la forme d'oscillation fixe qui se produit dans un bassin d'eau ou dans un siphon.

seiches un mouvement d'ondulation progressive. C'est le fait qu'on peut formuler en disant que, dans deux stations inégalement éloignées de Genève, les mouvements des seiches sont successifs, la station la plus éloignée de l'extrémité du lac commençant la première les mouvements d'élévation et d'abaissement (environ deux minutes de différence entre la station des Bains Lullin et celle des Eaux-Vives). Obs. III, IV, VI, VII, VIII.

Il y aurait là évidemment une progression, une vague gigantesque qui s'avancerait de Genthod, du Vangeron ou des Bains Lullin vers Genève. Si le fait est vrai, nous sommes évidemment en présence d'une vague d'oscillation progressive.

Mais si nous reprenons la question de cette progression de la vague, de cette différence dans les moments des différentes ondulations telle que l'indique Vaucher, si nous critiquons à ce point de vue ses observations, nous arrivons à des résultats beaucoup moins affirmatifs.

Je me fonde pour cela sur les raisons suivantes :

Vaucher n'a pas osé répéter cette conclusion dans le résumé qu'il donne lui-même de ses recherches (p. 75).

Sur les cinq observations de Vaucher qui devaient juger cette question, trois seulement, les observations III, IV et VIII, ont donné d'après leur auteur un résultat un peu précis dans le sens que nous venons d'indiquer.

Enfin, si nous reproduisons graphiquement ses diverses expériences comparatives, si, avec la meilleure critique, nous les étudions à ce point de vue, il nous est impossible d'arriver à une conclusion précise. La différence est telle entre les deux courbes, les deux courbes sont si souvent opposées et tellement irrégulières qu'il est vraiment impossible de dire dans laquelle des deux stations la vague

avancerait sur l'autre. De cette étude des tracés graphiques des observations de Vaucher il ne peut rester qu'une seule impression, c'est que le mouvement est fort irrégulier dans deux stations différentes et point du tout simultané.

La question reste donc intacte et peut s'étudier à nouveau.

Sommes-nous en présence d'un mouvement d'oscillation progressive, d'immenses lames de dimensions colossales qui, partant d'un point quelconque du lac, viendraient battre successivement la rive ? Cette supposition répondrait assez bien à certains côtés du phénomène des seiches. Comme dans les seiches, dans toute vague d'ondulation progressive, il y a mouvement alternatif d'élévation et d'abaissement de la surface de l'eau; dans les vagues du vent, on observe facilement l'irrégularité d'amplitude et de durée, que nous avons constatée dans les ondulations successives des seiches ; dans cette forme d'ondulation on remarque un ralentissement sensible dans la rapidité et une augmentation dans l'amplitude de la vague alors que la profondeur de l'eau diminue, ce qui expliquerait les différences d'amplitude et de durée que nous avons constatées entre les seiches observées à Morges et à Genève.

Mais l'étude plus approfondie du mouvement nous force à écarter la supposition que le phénomène des seiches serait dû à un mouvement d'oscillation progressive.

La molécule d'eau décrit, dans ce cas, un mouvement ellipsoïde aplati dont la durée est égale au temps que met la vague pour avancer d'une distance égale à sa largeur (on appelle largeur d'une vague la distance qui sépare deux points homologues de deux vagues successives); par

suite la vitesse dont est animée la molécule d'eau dans ce mouvement ellipsoïde est égale à la vitesse de progression de la vague.

J'ai dit plus haut que l'étude attentive du miroir du lac, pendant les seiches, ne m'avait pas permis de constater la moindre déformation dans l'image des objets qui s'y réfléchissent; j'ai dit que j'en concluais que si la seiche était causée par une vague d'ondulation progressive, la largeur de cette vague n'était pas inférieure à 100 mètres.

La durée moyenne d'une oscillation de seiche à Morges est de 264 secondes. Dans la vague d'ondulation progressive la crête de la vague progresse de toute la largeur de la vague pendant la durée d'une oscillation. Si donc, dans les seiches, nous avons affaire à une vague d'ondulation progressive, la crête de cette vague doit, en 264 secondes, progresser de toute la largeur de la vague, c'est-à-dire d'une largeur de plus de 100 mètres. A raison de 100 mètres en 264 secondes la rapidité de la progression de la vague serait de $0^{m}38$ par seconde.

Or, les molécules d'eau de la surface suivent, pour le moment du moins où elles occupent la crête de la vague, la rapidité du mouvement de progression de celle-ci; dans le cas d'une vague d'ondulation progressive dont la largeur serait de 100 mètres et la durée de 264 secondes, nous aurions à certains moments de la vague un déplacement horizontal de $0^{m}38$ par seconde. Si, la durée restant la même, la largeur de la vague était plus forte, la rapidité de ce mouvement horizontal augmenterait, si la largeur était plus faible, il diminuerait. Pour une largeur de 50 mètres, la vitesse de ce mouvement de déplacement horizontal de l'eau à la surface serait de $0^{m}19$

par seconde, vitesse encore fort appréciable et bien facile à constater.

J'ai dirigé tout spécialement mon attention sur l'existence d'un déplacement horizontal de l'eau du lac pendant le mouvement des seiches (au-dessous du débarcadère des bateaux à vapeur à Morges) et je puis affirmer qu'un mouvement aussi rapide que celui que je viens d'indiquer n'aurait pas échappé à mon observation.

D'après cela, si les seiches étaient des vagues d'ondulation progressive, elles devraient avoir une largeur de moins de 50 mètres. Mais comme je puis d'un autre côté, par l'étude du miroir du lac, affirmer que ces vagues, si elles existent, ont au moins 100 mètres de large, je crois pouvoir conclure que les seiches ne sont pas le produit de vagues d'ondulation progressive.

Si donc mon raisonnement est exact, et si le mouvement des seiches est un mouvement d'oscillation, c'est un mouvement d'oscillation de balancement.

IV

Lois de l'oscillation de balancement.

Ne trouvant pas dans les auteurs que j'ai sous la main d'expériences positives sur l'oscillation de balancement de l'eau, j'ai dû entreprendre moi-même ces expériences. Mon but, je n'ai pas besoin de le dire, n'était pas d'étudier à fond ce mouvement de l'eau, mais de le connaître assez pour pouvoir le comparer à nos seiches. Après quelques essais avec des vases de diverses tailles et de diverses formes, j'ai fait construire l'appareil qui m'a servi à étudier cette question.

C'est un cadre de bois de chêne en forme d'U aplati,

dont la branche horizontale mesure $1^{m}30$ de long et la branche verticale $0^{m}395$. Le long du bord intérieur de ce cadre, j'ai fait, de chaque côté, creuser une rainure, soit battue, dans laquelle j'ai fait cimenter deux glaces de verre double; j'ai ainsi obtenu un bassin présentant deux larges faces de verre, me permettant d'étudier les mouvements de l'eau, et dont les dimensions sont les suivantes : longueur $1^{m},30$, largeur 27 à 30 millimètres, profondeur $0^{m}395$. Ayant bientôt reconnu que la pression intérieure, lorsque l'eau avait atteint une profondeur de 20 à 25 centimètres, était assez forte pour faire fléchir les feuilles de verre et pour les briser, j'ai soutenu leur face externe par trois systèmes de traverses verticales en bois, au moyen desquelles je puis empêcher la flexion extérieure des verres, en appuyant ceux-ci à l'aide de bouchons de liége.

Enfin, pour obtenir un mouvement d'oscillation ou de balancement de tout l'appareil, j'ai cloué à la face inférieure du cadre et sur son centre de gravité une traverse horizontale sur laquelle je puis imprimer des mouvements de balancement dans un plan vertical.

L'appareil étant ainsi disposé, je le remplis, jusqu'à une hauteur donnée, d'eau contenant en suspension quelques poussières légères, de manière à ce que je puisse observer le mouvement de l'eau dans les parties profondes, et j'imprime un mouvement d'oscillation sur la traverse horizontale. Puis, au moyen de la montre à secondes, je compte la durée moyenne de l'oscillation de l'eau. J'ai ainsi obtenu la durée de l'oscillation aux différentes profondeurs d'eau, pour la même longueur du bassin. J'ai cherché ensuite à diviser la longueur de l'onde au moyen de diaphragmes verticaux, que j'ai, après divers essais, formés à l'aide d'un boyau de bœuf rempli de sa-

ble fin et bien tassé; j'ai pu ainsi obtenir différentes longueurs d'onde et étudier pour chacune d'elles la durée du balancement à différentes profondeurs de l'eau.

Je résume les moyennes obtenues dans ces diverses expériences dans le tableau suivant :

Profondeur de l'eau en centimètres.	Durée en secondes de l'oscillation de balancement alors que le bassin présente une longueur en millimètres de						
	325	430	570	660	810	945	1300
5	1.20	1.30	1.70	1.90	2,25	2.60	3.65
10	0.67	0.90	1.20	1.30	1.65	1.85	2.56
15	0.60	0.80	1.00	1.10	1.30	1.55	2.20
20	0.60	0.70	0.90	1.00	1.10	1.30	1.95
25	0.60	0.70	0.85	0.90	1.00	1.20	1.80
30	0.60	—	—	—	—	1.20	1.67
35	—	—	—	—	—	—	1.60

Si nous étudions la courbe qui représente graphiquement ces chiffres, en prenant pour abscisses la profondeur de l'eau, et pour ordonnées la durée du balancement aux diverses longueurs du bassin, nous pouvons en tirer les observations suivantes :

1° La rapidité d'oscillation augmente pour la même longueur du bassin à mesure que la profondeur augmente.

2° Cette augmentation, très-forte alors que la profondeur est peu considérable, diminue d'importance à mesure que la profondeur atteint certaines limites. Les courbes obtenues pour chaque longueur d'onde ont toutes la tendance à devenir horizontales à partir d'un certain moment et quelques-unes le deviennent.

Il y a donc pour chaque longueur d'onde une profondeur à partir de laquelle la rapidité d'oscillation due au peu de profondeur cesse d'augmenter; il y a pour cha-

que longueur d'onde une vitesse d'ondulation absolue qui n'est plus influencée par la profondeur de l'eau.

3° Plus l'onde est courte, plus rapidement est obtenue cette vitesse absolue. Ainsi, dans mes expériences, j'ai atteint cette vitesse absolue :

Par	325 mill.	de longueur d'onde	à 15 cent.	de profond.
»	430	»	» 20	»
»	145	»	» 25	»
»	1300	»	»	je ne l'ai pas atteinte

à 35 centimètres de profondeur.

4° Cette vitesse absolue augmente à mesure que l'onde est plus courte. Plus les dimensions du bassin sont grandes, autrement dit, plus la vague est longue, plus longue est la durée de celle-ci. D'après mes expériences et en corrigeant par un tracé graphique les erreurs d'observation, j'estime approximativement la durée absolue de la vague :

Par	0^m50	de longueur d'onde	à 0,75	seconde.
»	0^m75	»	» 1,00	»
»	1^m00	»	» 1,25	»
»	1^m25	»	» 1,50	»

De cette série d'expériences, je tire les lois suivantes de l'oscillation fixe dans sa forme d'ondulation de balancement :

I. *La durée de la vague augmente avec la longueur du bassin.*

II. *Au-dessous et jusqu'à une certaine limite de profondeur la durée de la vague diminue à mesure que la profondeur de l'eau augmente.*

III. *Cette limite de profondeur à laquelle la durée de la vague cesse d'être influencée par la profondeur est d'autant plus vite atteinte que le bassin est moins long.*

Ou, sous une autre forme : La vague est d'autant plus rapide que le bassin est plus court et plus profond.

Les expériences dont je viens de donner les résultats ont été faites alors que l'appareil était placé horizontalement pendant le balancement. La profondeur d'eau était la même aux deux extrémités.

J'ai voulu chercher si l'inclinaison du fond influencerait la durée de l'ondulation, et pour cela, après avoir donné l'impulsion à mon appareil, j'ai compté la durée de l'ondulation alors que le plancher du bassin était incliné et qu'à l'une de ses extrémités l'eau était plus profonde qu'à l'autre. Ces expériences ont été faites dans le bassin à la longueur maximum, soit $1^{m}30$.

Je donne, dans le tableau suivant, les chiffres que j'ai ainsi obtenus, en y intercalant, pour permettre la comparaison, les valeurs que j'avais trouvées alors que le plancher du bassin était horizontal.

Profondeur de l'eau (en centimètres).			Durée moyenne d'une ondulation en secondes de temps.
Maximum.	Minimum.	Moyenne.	
1	5	3	4.83
—	—	5	3.65
5	9	7	3.05
6	10	8	2.87
—	—	10	2.56
10	14	12	2.35
11	15	13	2.25
—	—	15	2.20
15	19	17	2.10
—	—	20	1.95
—	—	25	1.80
—	—	30	1.67
—	—	35	1.60

J'ai repris cette expérience sous une autre forme. J'ai mis dans mon appareil une certaine quantité d'eau et j'ai provoqué des ondes de balancement en inclinant de plus en plus le bassin. Voici les chiffres que j'ai obtenus par une profondeur d'eau moyenne de 5 centimètres.

Profondeur de l'eau aux deux extrémités en millimètres.		Durée moyenne en secondes d'une ondulation.
50	50	3.6
70	30	3.6
91	9	3.8

D'après ces expériences, il ne semblerait pas que l'inclinaison du plancher du bassin ait une influence sensible sur la durée de la vague de balancement.

Un point de vue fort important pour l'histoire des seiches était la détermination de l'amplitude ou hauteur de la vague et les relations de cette hauteur avec les diverses profondeurs. Je n'ai malheureusement pas pu consacrer beaucoup de temps à cette expérimentation. Voici cependant ce que j'ai constaté.

J'ai d'abord, en plaçant mon bassin horizontal et en ayant soin de donner la même impulsion primitive, comparé la hauteur de la vague à différentes profondeurs. Pour ces comparaisons, j'ai choisi la seconde vague.

Par une profondeur de 5 centimètr., je lui ai trouvé 9^{mm}
» » 20 » » 6^{mm}
au-dessus du niveau primitif de l'eau. De là je tire la loi :

IV. *La hauteur de la vague augmente à mesure que la profondeur d'eau diminue.*

Ensuite, avec une profondeur de 5 centimètres, j'ai incliné le plancher du bassin de manière à ce qu'il y eût en profondeur d'eau, à l'une des extrémités 91, à l'autre,

9 millimètres. J'ai mesuré la hauteur de la première vague à son retour, à 12 centimètres de chaque extrémité, après avoir donné des impulsions également fortes. J'ai trouvé :

Par 85^{mm} de fond, hauteur de la vague de retour, 7^{mm}
» 15^{mm} » » » » 11^{mm}

au-dessus du niveau primitif de l'eau. De cette expérience, je tire la conclusion :

V. *Dans un bassin dont le fond est incliné, la hauteur de la vague est plus forte à l'extrémité moins profonde, moins forte à l'extrémité plus profonde.*

Ces deux dernières lois se justifieraient facilement par l'étude du déplacement de l'eau, dont l'intensité augmente à mesure que le rapport entre la hauteur de la vague et la profondeur de l'eau augmente.

Il est encore un fait que je dois signaler dans l'ondulation de balancement, c'est que si le mouvement de déplacement horizontal des molécules d'eau est le même sur toute la longueur du bassin, il n'en est pas de même du déplacement vertical. La hauteur de la vague est à son maximum aux deux extrémités ; elle est nulle au milieu. Si nous comparons ce mouvement à la vibration d'une corde, nons dirons qu'il y a un nœud de mouvement au milieu du bassin, un ventre à chaque extrémité. D'où la loi :

VI. *La hauteur de la vague d'ondulation de balancement est nulle au milieu du bassin et a son maximum aux deux extrémités.*

Enfin, il est une loi qui dérive de la définition même de l'oscillation de balancement et qui est évidente à la première observation, c'est la simultanéité du mouvement dans tout le bassin. C'est ce que je formule ainsi :

VII. *Le mouvement d'oscillation de balancement est simultané dans toutes les parties du bassin.*

V

Comparaisons et conclusions.

Après avoir, dans les pages précédentes, cherché les lois de l'ondulation de balancement dans un bassin de petites dimensions, revenons aux seiches du lac Léman et cherchons si ces lois sont en harmonie ou en contradiction sur ce que nous observons dans la nature, si oui ou non nous pouvons rapprocher de l'oscillation de balancement les seiches des grands bassins d'eau.

Nous avons constaté :

1° Que l'amplitude des seiches est fort différente d'une seiche à l'autre. Nous expliquons ce fait par la différence d'intensité de l'action génératrice du mouvement, dans la théorie de la variation de pression barométrique sur une région du lac.

2° Que l'amplitude des seiches est fort différente d'une région à l'autre du lac. Les seiches sont beaucoup plus fortes à Genève qu'à Morges et dans le grand lac. Bertrand, de Saussure et Vaucher expliquaient ce fait par le rétrécissement du lac dans les environs de Genève. Sa largeur diminuant insensiblement, la vague de la seiche subirait la même augmentation de hauteur que le flux de la marée dans les golfes en forme d'entonnoir. La marée est plus forte au fond du golfe de Gascogne ou à Saint-Malo que sur les côtes de la Bretagne et en plein océan. J'accepte sans hésitation cette explication; mais je crois devoir y ajouter trois autres raisons déterminantes de cette augmentation de l'amplitude des seiches dans le pe-

tit lac. L'étude de l'oscillation de balancement m'a, en effet, montré les faits suivants :

a) La hauteur de la vague augmente à mesure que la profondeur de l'eau diminue (Loi IV). Le grand lac est plus profond que le petit lac près de Genève. C'est dans le petit lac que les seiches doivent être les plus fortes.

b) Dans un bassin dont le fond est incliné, la hauteur de la vague est plus forte à l'extrémité la moins profonde; moins forte à l'extrémité la plus profonde (Loi V). Le lac Léman est précisément dans ce cas; la profondeur moyenne allant considérablement en diminuant du grand lac au petit lac, nous sommes en présence d'un bassin dont le plancher est incliné, et la plus faible profondeur étant du côté de Genève, c'est là que les vagues doivent être les plus fortes.

c) La hauteur de la vague est nulle au millieu du bassin et a son maximum aux deux extrémités (Loi VI). Le bassin étant censé régulier et à plancher horizontal, cette loi suffirait pour nous expliquer la différence de hauteur des vagues des seiches, qui sont plus fortes à Villeneuve et à Genève qu'à Morges.

3° Nous avons constaté que la durée des seiches est variable d'une seiche à l'autre dans la même localité. Notre première loi dit que la durée de l'ondulation varie avec la longueur de l'onde. Plus le bassin est long, plus la vague de balancement est lente. Or, si la théorie de Vaucher est exacte, si la seiche est une vague de balancement déterminée par une rupture d'équilibre de l'eau, par suite d'une variation de la pression barométrique en un point quelconque du lac, il est facile de comprendre que, suivant le point d'où l'impulsion est partie, la vague peut être plus ou moins longue pour une même localité.

Si nous sommes à Morges, nous pouvons voir partir l'impulsion déterminante d'une seiche de tous les points de la côte de Savoie, dont les plus rapprochés ne sont qu'à 11 kilomètres, les plus éloignés à 30 ou 35. Qu'une vague de balancement s'établisse entre Évian et Morges, elle sera plus courte et par conséquent plus rapide qu'une vague qui oscillera de Villeneuve à Morges. Il en sera de même à Genève, où nous pourrons avoir des seiches plus longues, dont l'oscillation se fera suivant le grand diamètre du lac, et des seiches plus courtes (Obs. VIII de Vaucher), dont le point d'origine sera peut-être au milieu de la longueur du lac.

4° Nous avons constaté que la durée des seiches est plus longue à Genève qu'à Morges. La loi que nous venons de rappeler montre que les seiches qui oscillent suivant le grand axe d'un bassin sont plus lentes que celles dirigées suivant l'un des petits axes. Genève étant à l'extrémité du grand axe, ses seiches doivent avoir le maximum de durée. Il doit en être probablement de même à Villeneuve.

Mais, dira-t-on, si une ondulation de balancement fait osciller l'eau du lac de Villeneuve à Genève et réciproquement, ce mouvement doit passer devant Morges et avoir lieu simultanément avec le mouvement de Genève à Villeneuve (Loi VII); par conséquent vous devez pouvoir observer à Morges les seiches que nous constatons à Genève, et leur durée doit être la même à Morges qu'à Genève. A cette objection, je répondrai par ma loi VI, qui dit que la hauteur de la vague de balancement est nulle au milieu du bassin et a son maximum aux deux extrémités. Morges étant située, à quelques kilomètres près, à égale distance des deux extrémités du lac, quand une

seiche fait balancer l'eau du lac de Genève à Villeneuve, nous sommes à Morges près du nœud du mouvement, et nous ne pouvons observer de dénivellation sensible. C'est cette remarque qui m'a fait mettre en doute que les seiches observées simultanément à Morges et à Genève, le 16 novembre 1854, appartinssent à la même impulsion, fussent le produit de la même oscillation.

Si l'on rapproche encore des grandes seiches du lac ce que j'ai décrit des petites seiches du port de Morges, dont la durée est beaucoup moindre et correspond aux dimensions restreintes du bassin, l'on arrivera, je le pense, à la conclusion que les seiches appartiennent, par leurs allures, à l'oscillation de balancement d'un bassin d'eau et répondent suffisamment aux lois que l'expérience attribue à ce mouvement.

Il y a, cependant, un point qui aura frappé le lecteur, c'est celui de l'irrégularité des seiches; irrégularité dans l'amplitude des diverses vagues d'une même seiche, irrégularité dans leur durée. Cette irrégularité n'est pas méconnaissable et se constate, au premier coup d'œil, aussi bien dans les observations de Genève que dans celles de Morges. Je l'attribue à l'irrégularité de la forme du lac : si le lac formait une figure régulière, un rectangle, une ellipse ou un losange régulier, l'ondulation de balancement suivrait des allures régulières, isochrones et égales, ou, du moins, décroissant régulièrement d'intensité ou de durée, suivant des lois parfaitement déterminées. Et encore faudrait-il, pour qu'une régularité absolue existât dans les vagues de balancement, que l'impulsion première eût été donnée en un point précis, à déterminer suivant la forme du bassin.

Mais, dans un bassin irrégulier comme le lac Léman,

avec sa forme générale de croissant, plus large et plus profond à l'une de ses extrémités qu'à l'autre, avec ses golfes et ses promontoires, l'on ne peut attendre une régularité absolue dans de tels mouvements. Les réflexions de vagues, les croisements d'ondes, les interférences doivent, au contraire, être telles et si nombreuses que l'on ne peut s'étonner que d'une chose, c'est de la régularité qui reste à ces mouvements.

La conclusion générale que je tirerai de cette étude, c'est qu'il faut rapporter les seiches à une ondulation de balancement déterminée dans le lac, suivant un diamètre différent pour les différentes seiches, par une variation de la pression barométrique en un point de la surface (de Saussure et Vaucher) ou par une secousse de tremblement de terre (Guillemin).

APPENDICE.

Depuis que les pages qui précèdent ont été écrites, j'ai, à l'aide d'un nouvel instrument, fait quelques observations sur les seiches du Léman qui offriront, je l'espère, de l'intérêt.

L'instrument que j'appelle *Plémyramètre* (de πλημυρα marée) consiste en un bassin de 26 centimètres de diamètre que j'enterre dans le sable de la grève un peu au dessous du niveau du lac. Je mets ce bassin en communication avec le lac à l'aide d'un siphon en caoutchouc, interrompu sur son parcours par un tube de verre de 30 centimètres de long et de 7 millimètres de diamètre; dans ce tube est un index formé par une sphère de liége, allourdie par du plomb de manière à avoir la densité de de l'eau et à nager entre deux eaux; des ressorts en fil de

laiton situés aux deux extrémités du tube de verre empêchent l'index de sortir dans les tubes de caoutchouc. J'amorce le siphon et mets ainsi le bassin en relation avec le lac, de telle sorte que les niveaux s'égalisent. L'équilibre une fois obtenu, la moindre dénivellation de l'eau dans le lac ou dans le bassin se traduit par un courant d'entrée ou de sortie de l'eau dans le siphon et l'index est déplacé par ce courant dans le tube de verre. Cet instrument est excessivement sensible: avec les dimensions que je viens d'indiquer l'index se transporte d'un bout du tube à l'autre pour une dénivellation de $0^{mm},4$ et un déplacement de un centimètre de l'index correspond à une dénivellation de $0^{mm},016$. Avec des tubes de caoutchouc suffisamment longs l'influence des vagues est tout à fait annulée.

A l'aide de cet instrument j'ai fait les deux séries d'observations suivantes :

1° J'ai déterminé dans une suite de huit observations embrassant une durée de plus de douze heures, du 28 septembre au 4 octobre 1873, la durée des seiches à l'extrémité orientale du lac à Veytaux. J'ai trouvé pour l'oscillation totale une durée moyenne de 1783 secondes, chiffre qui, conformément à la théorie exposée plus haut, se rapproche beaucoup de la durée des seiches à Genève (1590 secondes) et est bien plus considérable que la durée des seiches à Morges (264 secondes).

2° J'ai constaté dans les observations que j'ai faites à Veytaux et dans quarante-huit observations faites à Morges embrassant une durée de plus de 21 heures, que le mouvement d'oscillation des seiches est un mouvement continu, non interrompu, normal et non pas accidentel et exceptionnel; que ce mouvement rhythmique, dont la

durée est déterminée et limitée comme nous l'avons vu pour chaque région du lac, a lieu sans interruption. Ce mouvement est normalement très-faible; il ne peut s'apercevoir qu'à l'aide d'un instrument aussi sensible que l'est mon plémyramètre; mais il n'a pas moins lieu continuellement en suivant un rhythme parfaitement caractérisé. Dans certaines circonstances (baisse du baromètre, etc.) le mouvement s'accentue, s'exagère, et prend les dimensions de ce que l'on a appelé jusqu'à présent les seiches; il devient visible à l'œil par une dénivellation considérable.

Il est cependant un fait qui m'empêche de donner comme certaine l'analogie que j'indique ici entre les oscillations rhythmiques de mon plémyramètre et les seiches qui n'en seraient que l'exagération et l'amplification. Ce fait est le suivant: La durée moyenne des seiches à Morges a été établie plus haut à 264 secondes; la durée moyenne des oscillations mesurées à Morges par mon plémyramètre est de 587 secondes. Il y a là une différence trop forte pour qu'elle puisse être due à des erreurs d'observation ou d'expérimentation. Elle pourrait s'interpréter de deux manières:

Ou bien la durée des seiches diminue à mesure que leur amplitude augmente.

Ou bien les oscillations rhythmiques démontrées par le plémyramètre, sont un phénomène d'une nature autre que les seiches.

Je n'ai pas encore des éléments suffisants pour la discussion de cette question, et je dois la renvoyer à une étude ultérieure.

Morges, 11 janvier 1874.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

Ernst Haeckel. Zur morphologie..... Sur la morphologie des infusoires. — *Idem.* Ueber Einige.... Sur quelques infusoires pélagiques. (*Jenaische Zeitschrift*, vol. VII, 4me cahier, 1873, p. 516-568, avec 2 pl.) — O. Bütschli. Einiges... Observations sur les infusoires. (*Archiv für mikroskop. Anatomie*, vol. IX, 4me cahier, 1873, p. 657-679, avec 2 pl.) — Eduard Everts. Untersuchungen..... Recherches sur la Vorticella nebulifera. (*Zeitschrift für wiss. Zool.*, vol. XXIII, 4me cahier, 1873, p. 592-622, avec 1 pl.) — Wladimir Alenitzin. Wagneria cylindroconica.... Un nouvel infusoire. (*Archiv für mikr. Anat.*, vol. X, 1er cahier, 1873, p. 122, avec fig.)

Le mémoire de M. Haeckel est un habile plaidoyer en faveur de l'unicellularité des Infusoires proprement dits (*Ciliata*). L'auteur estime que c'est à C.-Th. de Siebold que nous devons la première conception juste de la nature de ces animaux que le savant professeur de Munich considéra le premier (1845) comme n'étant que de simples cellules dans lesquelles on reconnaît un *nucléus*, un *contenu de cellule* qui est la substance gélatineuse contractile du corps, et une *membrane* représentée par l'enveloppe externe vibratile.

Les arguments par lesquels on peut prouver l'organisation unicellulaire des Infusoires sont tirés de leur mode de développement ainsi que de leur organisation. M. Haeckel établit d'abord ce fait incontestable que les corps reproducteurs que l'on a appelés quelquefois des œufs et qui semblent pouvoir être désignés plus généralement sous le nom de spores, consistent en un nucléus entouré de protoplasma, avec ou sans

membrane d'enveloppe. Ils ont, par conséquent, la valeur morphologique d'une cellule. De plus cette spore se développe directement en un être nouveau par un simple accroissement et une différenciation des parties de l'embryon. Il n'y a aucune segmentation, aucune multiplication de cellules.

Une fois cette première conclusion établie en ce qui concerne le développement, M. Haeckel essaie de prouver que rien dans la structure anatomique des Infusoires n'oblige à nier leur nature unicellulaire. Leur corps est formé de protoplasma dans lequel on distingue deux substances, l'une interne (endoplasma), l'autre corticale (exoplasma). La substance corticale peut se diviser en quatre couches différentes qui sont la couche cuticulaire, la couche vibratile, la couche myophane et la couche des trichocystes; mais l'existence de ces différentes couches ne parle point contre l'unicellularité du corps de l'Infusoire. Ainsi, la couche myophane ou musculaire, bien que pouvant être comparée à de certains égards aux muscles des animaux supérieurs, en diffère totalement au point de vue morphologique, puisqu'elle ne présente pas les noyaux qui caractérisent les vraies fibres musculaires. Quant aux capsules urticantes, nous savons, par les travaux de Fr.-E. Schultze et de Kleinenberg, qu'elles peuvent se développer en grand nombre dans le protoplasma d'une cellule urticante indépendamment du nucléus. Il n'y a aucune raison pour qu'elles n'apparaissent pas de même dans le corps unicellulaire d'un Infusoire cilié.

A propos de l'endoplasma, M. Haeckel n'insiste guère, cela se comprend, sur l'organisation complexe attribuée par Ehrenberg aux Infusoires et soutenue par l'illustre micrographe de Berlin avec un entêtement digne d'une meilleure cause. Les vues plus sérieuses qu'il réfute sont celles émises par Claparède et Lachmann et après eux par Greeff, qui ont comparé l'appareil digestif des Infusoires à celui des Cœlentérés. M. Haeckel nous paraît être tout à fait dans le vrai lorsqu'il combat ce rapprochement basé sur de vagues analogies et

non sur des homologies. Il est évident qu'au point de vue de son origine la cavité digestive d'un Infusoire cilié ne peut pas être assimilée à celles qui se forment aux dépens des feuillets germinatifs. On doit toutefois se rappeler que le mémoire des deux premiers auteurs mentionnés était un travail de jeunesse, et nous croyons que notre regretté et savant ami Claparède, profondément pénétré qu'il était des principes morphologiques, n'aurait pas plus reproduit aujourd'hui cette comparaison entre les Infusoires et les Cœlentérés que M. Haeckel ne maintient ses assertions antérieures relatives à la structure des Protozoaires[1].

M. Haeckel cherche ensuite à démontrer que les mouvements qui ont lieu dans la cavité digestive des Infusoires et les différenciations de ce soi-disant appareil ne doivent être attribués qu'à des mouvements et des modifications de la cellule. Il en est de même en ce qui concerne les vésicules contractiles auxquelles on ne reconnaît pas des parois propres. Selon lui, elles sont phylogénétiquement provenues de vacuoles primitivement inconstantes et devenues différenciées, c'est-à-dire constantes.

Pour notre auteur, ce que l'on appelle le nucléus mérite bien ce nom et est réellement le nucléus de la cellule. Comme dans une cellule, il est l'organe de reproduction. Les phénomènes de multiplication par division sont tout à fait semblables à ceux que l'on observe dans les cellules ordinaires. La reproduction par spores peut être considérée comme correspondant à la reproduction endogène des cellules.

Un des arguments les plus forts que l'on ait invoqués contre l'unicellularité des Infusoires est celui de l'existence chez ces êtres d'une reproduction sexuelle par un ovaire (nucléus) et un testicule (nucléolus). M. Haeckel en atténue la

[1] « Das Thier bleibt niemals einzellig, sondern entwickelt sich stets durch Theilung der Eizelle und theilweise Verschmelzung der so entstandenen Zellen zu einem mehrzelligen Organismus. » E. Haeckel, Die Radiolarien, 1862, p. 162.

portée en montrant combien le sujet est encore entouré d'obscurité et de doutes.

Sur ce point, les recherches de M. Bütschli et les considérations dont il les fait suivre viennent à l'appui des idées de M. Haeckel. M. Bütschli a vu chez le *Paramecium aurelia* le nucléus se développer et se diviser tantôt pendant que la conjugaison était en voie de s'accomplir, tantôt seulement après qu'elle était terminée, de sorte que ses observations ont donné raison dans un des cas à Balbiani, dans l'autre à Stein.

Le nucléolus grossi après la conjugaison présente une structure striée; mais M. Bütschli se demande si cette apparence prouve qu'il contient réellement des filaments distincts dans son intérieur, et ensuite si ces filaments doivent être considérés comme de vrais zoospermes? Sous le nom de zoosperme on entend aujourd'hui une cellule métamorphosée d'une manière spéciale, qui, par sa réunion (conjugaison) avec une cellule femelle ou œuf amène dans cette dernière un accroissement particulier, ou tout au moins aide celui-ci et lui imprime une certaine direction. Or, personne n'a reconnu que les soi-disant zoospermes du nucléolus soient des cellules modifiées et personne n'a vu s'effectuer leur réunion avec une cellule-œuf. D'après Stein, ils devraient pénétrer dans le nucléus; toutefois les observations de cet auteur lui-même laissent planer beaucoup de doutes sur l'identité qu'il suppose exister entre les filaments observés dans le nucléus et les prétendus zoospermes des vésicules séminales. D'autre part, Balbiani veut que les zoospermes fécondent des œufs provenant du nucléus; mais les choses ne doivent certainement pas toujours se passer ainsi; en effet, chez le *Paramecium colpoda* et dans de certains cas chez le *P. aurelia*, les capsules séminales ont déjà complétement disparu lorsque l'on voit apparaître un changement dans le nucléus.

En admettant même que le nucléole contînt de véritables zoospermes appelés à féconder les produits du nucléus et qu'il y eût ainsi de nombreuses cellules contenues dans le

corps de l'Infusoire, M. Haeckel ne se considérerait point comme battu et estimerait pouvoir encore défendre la doctrine de l'unicellularité derrière une seconde ligne de retranchements. Naturellement, dit-il, le corps de l'Infusoire serait, dans cet état, réellement multicellulaire au sens étroit de ce mot, mais de la même manière que la cellule simple d'un parenchyme (par exemple une cellule de cartilage) est momentanément multicellulaire pendant sa phase de reproduction endogène.

La conclusion de M. Haeckel est donc que le corps de l'Infusoire cilié ne représente qu'une seule cellule; seulement la différenciation qui a lieu chez les animaux supérieurs par le fait d'une répartition du travail sur les différentes cellules du corps s'effectue ici dans un seul de ces éléments. L'organisme des Ciliés doit être considéré comme le corps animal unicellulaire le plus complet et montre jusqu'à quel degré de perfection physiologique la cellule isolée peut arriver dans son développement progressif en organisation animale.

En se basant sur les différences qui existent entre le développement des animaux unicellulaires et celui des animaux plus compliqués, M. Haeckel forme dans le règne animal deux divisions principales qu'il désigne sous les noms de *Protozoa* et de *Metazoa*. Chez les Protozoa il n'y a pas de segmentation et, par conséquent, pas non plus de feuillets germinatifs; il n'existe ni intestin proprement dit, ni entoderme. Chez les Metazoa, au contraire, il y a une segmentation et il se forme deux feuillets germinatifs primitifs; il existe un véritable intestin tapissé par l'entoderme.

A la suite de ce travail général sur les Infusoires, l'auteur fait connaître quelques espèces nouvelles et très-élégantes d'Infusoires pélagiques pour lesquelles il a cru devoir établir deux familles qu'il nomme *Dictyocystida* et *Codonellida* et qui se rapprochent surtout des *Tintinnoidea* de Claparède et Lachmann.

M. Bütschli décrit sous le nom de *Polykrikos Schwartzi*

une nouvelle espèce très-remarquable trouvée sur la côte méridionale de la Norwége et dans le golfe de Kiel. Elle a la forme d'un petit tonneau cerclé de 9 à 17 anneaux séparés par des gouttières dans lesquels se trouvent des cils très-courts et très-fins. On voit en outre une soie naissant à l'extrémité antérieure entre quatre saillies et une autre en arrière à un tiers de la longueur du corps. Il existe une vacuole, mais M. Bütschli ne l'a jamais vue se contracter. Ce qui rend surtout cet Infusoire intéressant, c'est qu'il contient de nombreuses capsules urticantes, disséminées dans son ectoplasma et conformées tout à fait comme celles des Cœlentérés.

Les recherches de M. Everts sur la *Vorticella nebulifera* l'ont amené à une conception du corps des Infusoires qui concorde tout à fait avec celle de M. Haeckel et de M. Bütschli. Selon lui, le corps de la Vorticelle se compose de deux substances ; l'une externe ou corticale, plus dense, que l'on peut nommer ectoplasma; l'autre interne, plus fluide, l'endoplasma. Cette manière de voir diffère donc complétement de celle de Greeff qui veut que la substance interne soit simplement un chyme. L'auteur discute les différents faits que l'on peut invoquer pour ou contre chacune de ces interprétations. L'argument qui nous semble le plus fort en faveur de son opinion est tiré de la formation de vacuoles dans cette substance interne, phénomène que l'on ne peut supposer avoir lieu que dans le protoplasma et point dans le chyme. Il étaye surtout son assertion relative à l'unicellularité des Vorticelles sur les différents modes de reproduction qu'il a observés et qui sont tous asexuels. Cette partie de son mémoire est celle qui renferme les faits les plus nouveaux et les plus intéressants. Il a vu des individus devenus libres et pourvus d'une couronne postérieure de cils se contracter, prendre une forme lenticulaire, perdre leurs cils, s'entourer d'une paroi épaisse et hyaline et former ainsi un kyste dans l'intérieur duquel on ne distingue point

d'autre organe que le nucléus. Après un certain temps le nucléus se divise, par des étranglements, en petites masses sphériques au nombre de 6 à 10 qui deviennent d'abord libres au dedans du kyste, puis se répandent au dehors, après que l'enveloppe de celui-ci s'est rompue. Ces masses sont d'abord transparentes et finement granuleuses; on voit ensuite apparaître des vacuoles dans leur intérieur et il se forme autour d'un de leurs pôles un anneau de cils vibratiles; puis l'espace compris entre les cils s'invagine en entonnoir et le corps commence à montrer des stries transversales. L'on a alors sous les yeux un Infusoire qui n'est autre que la forme décrite par Ehrenberg sous le nom de *Trichodina grandinella*. Cette Trichodina augmente ensuite de volume et s'allonge; il se forme une seconde couronne vibratile près de l'extrémité opposée à celle où se trouve la première; un étranglement apparaît dans le milieu de la longueur du corps, augmente rapidement et finit par amener la séparation en deux individus semblables au premier. Par une succession de divisions semblables, il se forme bientôt de nombreuses Trichodina qui peuvent ensuite se développer chacune en une Vorticelle. L'individu qui subit cette dernière transformation commence par s'allonger; l'extrémité près de laquelle se trouve la couronne de cils se fixe, s'allonge aussi, mais en restant grêle et devient le pédoncule, tandis que l'extrémité opposée développe une frange de cils qui constitue le péristome de la Vorticelle.

M. Everts décrit la conjugaison d'une Vorticelle libre avec une Vorticelle portée sur un pédoncule. Il a observé aussi un phénomène déjà signalé par Stein et qu'il appelle un *faux enkystement*. Les kystes sur lesquels, on le voit, se forment aussi bien aux dépens de Vorticelles fixées que de Vorticelles libres. L'intérieur du kyste se transforme, sans que le nucléus y prenne aucune part, en une quantité de corpuscules fusiformes. Ces corps qui sortent ordinairement par suite de la rupture du kyste, n'ont pas pu être suivis

dans leur développement ultérieur. M. Everts suppose que l'on a peut-être affaire ici à des Vibrions parasites (?).

M. Alenitzin a trouvé dans la vase de la Néva, et décrit sous le nom de *Wagneria cylindroconica*, un Infusoire qu'il considère comme formant un type générique nouveau et méritant même de devenir le représentant d'une famille distincte reliée aux Vorticelliens et aux Trachéliens. Mais, soit la description de cet animal, soit la figure qui le représente prouvent, d'une manière incontestable, que l'auteur russe a simplement retrouvé à Saint-Pétersbourg une espèce découverte, il y a près d'un siècle, par O.-F. Müller, et nommée par l'illustre naturaliste danois *Vorticella nasuta*[1].

A. H.

BOTANIQUE.

Genevier. Premier supplément a l'essai monographique sur les Rubus du bassin de la Loire. In-8°, 96 pages. (*Mém. de la Société acad. de Maine-et-Loire*, vol. XXVIII.)

L'Essai monographique sur les Rubus du bassin de la Loire, du même auteur, est de 1869. Le supplément actuel ajoute trente-trois formes, dont dix-sept nouvelles, aux deux cent trente-trois qu'il avait déjà décrites sous le nom d'*espèces*, le mot étant pris dans un autre sens que celui de Linné. Il est difficile de comprendre quel avantage il peut y avoir à changer le sens des mots, d'autant plus qu'il ne manque pas dans la science de termes pour exprimer des groupes subordonnés à l'espèce linnéenne. Passons sur ce détail de nomenclature et voyons le travail lui-même. Il indique de nombreuses

[1] Au moment où nous corrigeons l'épreuve de cet article, nous recevons un cahier des « Archives de Zoologie expérimentale » qui contient un mémoire important de M. Balbiani sur cette même espèce (*Didinium nasutum*, Stein). Le manque de place nous force à renvoyer à un prochain numéro l'analyse de ce travail.

recherches sur les plantes vivantes, des efforts louables pour les décrire, et la table analytique mise à la fin du cahier facilite l'intelligence du texte. D'un autre côté les lacunes sont extrêmement sensibles et ne permettent pas de considérer les publications de l'auteur comme des monographies. 1° Les *Rubus* de Belgique, d'Allemagne, d'Angleterre et de quelques autres pays n'ont pas tous été comparés avec ceux de la France centrale et de la Suisse occidentale ; en particulier, l'ouvrage de Babington (*British Rubi*, Londres, 1869) est comme nul et non avenu. 2° Nous n'apercevons aucune tentative pour savoir jusqu'à quel point les formes indiquées sont héréditaires. En général l'auteur, comme la plupart de ceux qui ont écrit sur les *Rubus*, les *Mentha* et quelques autres genres, nous paraît pécher par un défaut de méthode. On ne peut pas traiter convenablement d'un groupe sans voir tous les éléments dont il se compose et sans l'envisager sous les différents points de vue physiologiques aussi bien que morphologiques. C'est difficile, mais les sciences sont hérissées de difficultés qu'on doit tâcher de surmonter, et celles dont nous parlons ne sont pas insurmontables.

Godron. Des hybrides et des métis de Datura, étudiés spécialement dans leur descendance. In-8°, 75 pages. Nancy, 1873.

L'auteur a suivi de nombreux intermédiaires jusqu'à la septième et même la huitième génération, ce qui a exigé assurément beaucoup d'ordre dans tous les détails. Quelques publications antérieures avaient déjà fait connaître cette série d'expériences, mais celle-ci les complète et les résume.

D'après M. Godron, les *Datura* sont particulièrement favorables aux observations d'hybrides en ce que la fécondation s'y passe sans le concours des insectes. Il n'est pas nécessaire de prendre des mesures spéciales contre des croisements accidentels. L'auteur a fécondé artificiellement des

formes qu'il regarde comme des variétés ou races d'une même espèce (*D. Bertolonii* et *D. Tatula*, *D. Stramonium* et *D. Tatula*, *D. Tatula capsulis spinosis* et *capsulis inermibus*), ce qui produit des métis, et des formes qu'il regarde comme spécifiques (*D. lævis* L. f. et *D. præcox* Godr., *D. Tatula* et *D. lævis*, *D. ferox* et *D. Bertolonii*), ce qui produit des hybrides. Après un grand nombre de détails sur les modifications obtenues, voici les conclusions générales :

« Les métis et les hybrides de *Datura* produisent des capsules pleines de graines fécondes, mais à la première génération, souvent à la seconde, et plus rarement à la troisième, ces capsules n'existent pas dans les bifurcations inférieures, soit que la fleur avorte, soit qu'elle ne noue pas. » Ceci se rattache au fait observé que la fécondation croisée augmente la taille des produits, surtout dans les premières générations d'hybrides. Lorsque la taille diminue aux générations subséquentes, les bifurcations inférieures sont fertiles, excepté dans le cas d'un retour au *D. lævis* où elles sont normalement stériles. « Les métis reviennent, dès la première génération, à l'un ou à l'autre des parents, mais plus souvent au type paternel et jamais ne donnent naissance à des formes intermédiaires dans les générations suivantes, mais quelquefois à une ou plusieurs races de la même espèce. Les hybrides, au contraire, donnent toujours à la première génération des produits uniformes et intermédiaires, puis varient plus ou moins dans les générations suivantes. »

Dans les hybrides, il s'est présenté quatre sortes de résultats : 1° retour complet à l'une ou à l'autre des espèces génératrices, c'est le cas le plus fréquent ; 2° retour complet, à l'exception du caractère superficiel de la capsule lisse ou tuberculeuse ; 3° apparition d'autres formes des mêmes espèces qui n'avaient pas été employées dans la fécondation ; 4° apparition de formes indécises entre les ascendants, mais à la huitième génération quelques-unes de ces formes sont revenues à l'une des primitives. L'auteur pense qu'on peut utili-

ser les différences qu'il a observées entre les hybrides et les métis pour constater ce qui est espèce ou race. A l'égard de ce dernier terme, il regrette de ne pas connaître un terme latin qui en soit l'équivalent, mais il a oublié que le congrès international de botanique, siégeant à Paris en 1867, a sanctionné l'usage de considérer les mots *subspecies* et *proles* comme répondant au mot français race.

Godron. De l'origine probable des poiriers cultivés. (*Annales de la Société d'agric. de Meurthe-et-Moselle*, 1873.)

On regarde communément les poiriers cultivés comme des modifications ou des hybrides du *P. communis*, qui est spontané en Europe et autour du Caucase. M. Godron croit qu'ils sont plutôt dérivés d'une espèce encore inconnue et asiatique. Il se fonde sur ce que 1° les espèces sauvages du genre sont peu variables; 2° sur ce que les hybrides font ordinairement retour à l'une des formes primitives; 3° sur l'origine asiatique de nombreuses plantes cultivées et de plusieurs espèces spontanées du genre poirier.

Clos. Des caractères du péricarpe et de sa déhiscence pour la classification naturelle. (*Mém. de l'Acad. des Sc., etc., de Toulouse*, vol. V. 1873.)

L'auteur énumère les familles qui ont toujours un fruit indéhiscent, celles qui ont deux sortes de fruits, trois sortes, quatre, etc., au point de vue de la déhiscence. Il indique aussi sommairement les fruits qui existent dans les groupes de familles, soit alliances, tels qu'il les admet, sans s'arrêter au fait que ces groupes diffèrent extrêmement d'un auteur à l'autre et sont, par conséquent, peu naturels. Il examine semblablement les fruits, surtout au point de vue de la déhiscence, dans les tribus, genres, sections, et même dans des

espèces [1] et variétés, d'où il tire quelques réflexions sur l'importance du caractère et sur certaines affinités.

Hugo de Vries. Over de geographische verspreiding van Stratiotes aloides L.

M. de Vries a publié, en 1872, dans les *Nederland. Kruidk. Archief*, l'article dont nous allons parler, sur l'habitation du *Stratiotes aloides*, de la famille des Hydrocharidées, plante aquatique, curieuse, souvent naturalisée, et qui a attiré plus d'une fois l'attention sous le rapport de la distribution géographique. Comme la langue hollandaise est peu connue, nous profitons d'un extrait que l'auteur a bien voulu nous communiquer en français, et nous le faisons d'autant plus volontiers qu'il s'est glissé dans notre *Géographie botanique raisonnée* (p. 714) une erreur de copie, facile à constater, mais qui peut cependant égarer [2].

Nolte, en 1825, avait déjà étudié la distribution du Stratiotes. Il était arrivé à constater que l'espèce était bornée à la Sibérie occidentale et à l'Europe septentrionale, où elle s'arrêtait au midi sous le 50me degré de latitude. Il dit que dans le nord de l'Europe et en Angleterre les pieds sont uniquement femelles, que dans le nord de l'Allemagne ils sont des deux sexes, enfin en Belgique et en France seulement masculins. M. de Vries prouve par les Flores publiées depuis Nolte : 1° que l'espèce s'est étendue considérablement en Angleterre et dans le nord de l'Europe, en

[1] L'auteur (p. 54) attribue au *Campanula Erinus* L. une déhiscence par le sommet de la capsule et paraît surpris de ce que M. Alph. de Candolle n'a pas admis, par ce motif, le genre *Roucela* proposé par M. Du Mortier ; mais la capsule de cette espèce s'ouvre par les côtés du tube calycinal et non en dedans des lobes du calyce.

[2] Dans la transcription des notes ce qui concernait le *Pistia Stratiotes* a été mêlé avec le *Stratiotes aloides*. On s'en aperçoit aisément par la citation de Kunth. Alph. DC.

partie artificiellement, par l'action constatée de l'homme, en partie sans qu'on sache comment; 2° que la dispersion des sexes est restée la même. Il arrive aux conclusions suivantes : « L'Allemagne septentrionale, le continent du Danemark et les Pays-Bas, sont les seuls pays où l'on connaisse les deux sexes à l'état indigène. De plus, cette région est le centre de l'aire du Stratiotes. Une discussion exacte des habitations dans les pays environnants me conduit à croire que la dispersion du Stratiotes a eu pour centre cette région, ou l'une des régions adjacentes, et que, par cette raison, celle-ci doit être regardée comme la patrie proprement dite de l'espèce. Les îles danoises, la Suède, la Norwége n'ont que des pieds féminins. Dans le centre de la Grande-Bretagne on ne trouve que les individus féminins; de là ils se sont portés vers le sud et vers le nord, et probablement aussi en Irlande. La plaine du Pô forme une habitation bien limitée par des montagnes, qui était inconnue à Nolte, et n'a que des plantes femelles. Il est impossible de ne pas croire que dans ces trois habitations l'espèce a été introduite à une époque plus ou moins reculée, et qu'elle s'y est dispersée, soit naturellement, soit à l'aide de l'homme. Pour cette manière de voir plaident aussi les naturalisations fréquentes en Angleterre, dont l'histoire nous a conservé la connaissance. La comparaison avec les faits analogues observés, dans ces dernières années, sur *l'Elodea canadensis* dont la dispersion rapide en Angleterre, en Allemagne et dans les Pays-Bas est connue, rend cette opinion encore plus probable. La Belgique n'a que des pieds mâles. En France l'espèce ne se trouve que naturalisée, et à ce que l'on sait, seulement en exemplaires mâles. En Espagne l'espèce n'est connue que dans une seule localité (la Manche, d'après Willkomm et Lange) où il est très-probable qu'elle n'est pas indigène. Le défaut total de pieds mâles rend la naturalisation probable en Belgique. La Hongrie est une habitation complétement isolée ; celle de Russie est liée à l'habitation

allemande. Les limites orientales paraissent s'étendre toujours plus loin. Malheureusement je n'ai pu constater le sexe dans ces deux parties étendues de l'aire. Il n'est pas impossible que les trois plaines de l'Allemagne septentrionale, la Russie, et la Hongrie aient eu un centre commun de dispersion, qu'on devrait chercher alors dans les Carpathes. On peut croire que cette région a été la seule habitation du Stratiotes pendant les temps diluviens où les trois pays susdits étaient couverts par les eaux, et que l'élévation de l'Europe l'auraient chassé des Carpathes, devenus trop montagneux pour lui, et l'auraient dispersé dans les plaines environnantes. Mais la continuation de ces considérations nous porterait trop loin dans le règne des hypothèses. Il suffit de pouvoir énoncer, du moins avec une vraisemblance assez grande, que le centre de la dispersion du Stratiotes doit être cherché dans l'Allemagne septentrionale ou orientale, et que la plante doit être regardée pour cette raison comme une espèce typique allemande. »

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE DÉCEMBRE 1873.

Le 1er, forte bise pendant toute la journée, et la nuit suivante, jusqu'au lendemain à midi.
3, hâle dans l'après-midi.
5 et 6, brouillard tout le jour.
7, la bise se lève avec violence à minuit et dure toute la journée.
9, brouillard l'après-midi.
10, brouillard presque tout le jour, avec dépôt de givre.
11, léger brouillard le soir.
12, brouillard une partie de la journée.
13, 14, 15 et 16, brouillard tout le jour.
17, brouillard le soir.
18 et 19, brouillard intense tout le jour.
23 et 24, brouillard intense tout le jour, avec dépôt de givre.
26, léger brouillard une partie de la journée.
28, assez forte bise dans la soirée, et jusqu'au lendemain soir.
31, ciel vaporeux; halo solaire mal tracé dans l'après-midi, et halo lunaire partiel dans la soirée.

Le baromètre s'est maintenu à un niveau très-élevé pendant tout le mois; il n'est descendu au-dessous de la moyenne que le 28 et le 29, et d'une très-faible quantité seulement.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM		MINIMUM.	
	mm		mm
Le 4 à 10 h. matin	740,60	Le 6 à 2 h. après midi	732,25
8 à 10 h. soir	740,80	10 à 6 h. matin	735,22
13 à 10 h. matin	738,67	15 à 2 h. après midi	734,19
16 à 10 h. matin	737,25	19 à 8 h. soir	728,01
24 à 10 h. matin	735,90	27 à 10 h. soir	725,20
30 à 10 h. matin	731,36	31 à 4 h. après midi	727,68

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation en millièmes. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation en millièmes. Minim.	Fract. de saturation en millièmes. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nombr. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim.					mm.				°	°	cm
1	735,43	+ 8,32	+ 4,15	+ 1,83	+ 2,0	+ 6,0	4,08	—0,50	670	—184	600	680	...	..	NNE. 3	0,27	7,7	— 0,5	197
2	737,96	+10,81	+ 1,01	— 1,18	+ 0,1	+ 2,6	3,82	—0,73	793	— 61	670	870	...	...	NNE. 2	0,34	6,7	— 1,4	104
3	738,37	+11,19	— 0,57	— 2,63	— 3,2	+ 1,2	3,66	—0,86	855	0	750	960	...	...	NE. 1	0,61	7,5	— 0,5	107
4	739,76	+12,54	— 0,59	— 2,53	— 4,4	+ 0,6	3,83	—0,66	859	+ 4	820	920	...	...	NE. 1	1,00	7,0	— 0,9	103
5	737,57	+10,32	— 0,45	— 2,27	— 1,2	+ 0,3	3,94	—0,52	900	+ 45	860	960	...	...	variable	1,00	6,9	— 0,9	107
6	733,32	+ 6,03	— 1,92	— 3,62	— 3,1	— 0,4	3,99	—0,44	1000	+144	1000	1000	...	...	SO. 1	1,00	7,5	— 0,2	105
7	734,07	+ 6,74	+ 1,48	— 0,10	— 0,8	+ 3,0	3,57	—0,83	708	—148	540	770	...	...	NNE. 2	0,88	—	—	108
8	739,37	+12,01	— 0,78	— 2,24	— 1,7	+ 0,5	3,41	—0,96	797	— 60	770	800	...	...	ENE. 1	1,00	6,7	— 0,7	105
9	739,09	+11,69	— 1,19	— 2,54	— 1,8	— 0,4	3,74	—0,60	899	+ 42	870	940	...	...	ENE. 1	1,00	6,7	— 0,6	105
10	735,49	+ 8,06	— 1,93	— 3,16	— 4,2	— 0,2	3,54	—0,77	906	+ 48	840	980	..	...	variable	0,69	6,7	— 0,5	—
11	736,74	+ 9,27	— 2,20	— 3,33	— 5,6	+ 0,3	3,46	—0,82	882	+ 24	800	960	..	...	variable	0,66	6,7	— 0,4	—
12	737,22	+ 9,71	— 1,94	— 2,96	— 4,1	— 0,4	3,29	—0,95	830	— 29	770	900	...	..	NE. 1	0,84	6,7	— 0,4	102
13	737,88	+10,34	— 2,04	— 2,96	— 2,8	— 1,2	3,39	—0,82	872	+ 12	830	890	...	...	NE. 1	1,00	6,5	— 0,5	100
14	736,50	+ 8,92	— 2,02	— 2,85	— 3,4	— 0,8	3,56	—0,62	908	+ 47	850	950	...	..	ESE. 1	1,00	—	—	100
15	734,51	+ 6,89	— 3,20	— 3,94	— 4,2	— 1,2	3,41	—0,74	958	+ 96	910	990	...	..	SSE. 1	1,00	6,3	— 0,5	98
16	735,78	+ 8,14	— 2,45	— 3,10	— 4,8	— 0,4	3,36	—0,77	877	+ 15	770	940	...	..	variable	1,00	6,5	— 0,2	100
17	733,83	+ 6,17	+ 4,23	+ 3,67	— 0,8	+ 9,2	5,64	+1,53	889	+ 26	770	940	...	...	variable	0,80	6,6	0,0	98
18	733,87	+ 6,19	+ 1,31	+ 0,84	— 0,0	+ 5,6	5,20	+1,11	1000	+136	1000	1000	...	..	SO. 1	1,00	6,3	— 0,2	96
19	730,93	+ 3,23	+ 0,79	+ 0,40	— 0,7	+ 2,1	4,89	+0,81	1000	+136	1000	1000	...	...	SO. 1	1,00	6,6	+ 0,2	94
20	728,57	+ 0,86	+ 6,97	+ 6,66	+ 0,2	+10,3	6,45	+2,38	837	— 28	670	900	0,7	2	variable	0,92	6,7	+ 0,3	94
21	731,68	+ 3,96	+ 5,57	+ 5,33	+ 2,5	+11,1	5,73	+1,67	841	— 24	720	980	...	...	variable	0,41	—	—	94
22	733,11	+ 5,38	+ 3,61	+ 3,45	— 0,1	+ 8,8	5,02	+0,96	862	— 4	660	970	...	...	SSO. 1	0,49	6,8	+ 0,6	—
23	734,47	+ 6,73	— 0,18	— 0,27	— 1,9	+ 0,4	4,52	+0,47	991	+125	970	1000	...	...	SO. 1	1,00	6,5	+ 0,4	—
24	735,05	+ 7,29	— 1,76	— 1,79	— 3,6	— 0,1	4,04	—0,01	1000	+133	1000	1000	..	...	variable	1,00	6,3	+ 0,2	—
25	734,18	+ 6,41	+ 1,76	+ 1,78	— 1,7	+ 6,1	4,77	+0,72	905	+ 38	800	1000	...	...	variable	0,86	—	—	94
26	733,84	+ 6,05	+ 0,26	+ 0,34	— 1,7	+ 3,4	4,29	+0,25	929	+ 61	870	1000	...	...	E. 1	0,66	6,3	+ 0,4	95
27	728,52	+ 0,72	+ 3,73	+ 3,86	+ 0,7	+ 7,2	5,41	+1,37	899	+ 31	740	1000	5,8	6	N. 1	0,97	6,4	+ 0,6	92
28	726,72	— 1,10	+ 1,93	+ 2,12	+ 0,7	+ 6,9	3,44	—0,60	673	—196	500	970	3,5	4	NNE. 1	0,50	—	—	93
29	727,42	— 0,41	— 1,24	— 1,00	— 3,8	+ 1,1	3,22	—0,82	790	— 80	730	860	...	...	NNE. 2	0,20	5,3	— 0,4	95
30	730,59	+ 2,74	— 3,84	— 3,56	— 7,4	+ 0,5	2,92	—1,11	842	— 28	720	930	..	...	variable	0,21	5,2	— 0,5	93
31	728,69	+ 0,82	— 2,03	— 1,71	— 7,3	+ 3,9	3,33	—0,70	831	— 39	620	1000	...	...	SSO. 1	0,67	5,8	+ 0,2	92

MOYENNES DU MOIS DE DÉCEMBRE 1873.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	736,78	737,07	737,59	737,18	736,79	736,92	737,31	737,44	737,49
2e »	734,73	734,98	735,39	734,79	734,11	734,10	734,32	734,40	734,49
3e »	731,28	731,65	732,02	731,49	730,90	730,92	731,15	731,35	731,37
Mois	734,17	734,47	734,90	734,39	733,83	733,88	734,16	734,30	734,35
Température.									
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade	— 0,09	— 0,08	+ 0,05	+ 0,40	+ 0,74	+ 0,45	— 0,07	— 0,51	— 0,76
2e »	— 0,74	— 0,91	— 0,27	+ 0,78	+ 1,50	+ 0,84	+ 0,41	+ 0,15	— 0,09
3e »	— 0,78	— 0,88	+ 0,37	+ 1,78	+ 2,89	+ 2,21	+ 1,26	+ 0,80	+ 0,57
Mois	— 0,55	— 0,63	+ 0,06	+ 1,01	+ 1,75	+ 1,20	+ 0,56	+ 0,16	— 0,07
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	3,86	3,74	3,77	3,88	3,86	3,70	3,80	3,70	3,72
2e »	4,15	4,08	4,15	4,30	4,41	4,42	4,36	4,44	4,30
3e »	4,13	4,07	4,21	4,40	4,46	4,49	4,28	4,19	4,19
Mois	4,05	3,96	4,05	4,20	4,25	4,21	4,15	4,11	4,07
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	851	825	823	823	801	789	839	843	862
2e »	931	929	901	862	845	880	898	914	925
3e »	934	928	880	831	783	825	844	855	868
Mois	906	895	868	838	809	831	860	870	884

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°		°	mm	cm
1re décade	— 1,83	+ 1,42	0,78	+ 7,04	—	105,7
2e »	— 2,62	+ 2,35	0,92	+ 6,54	0,7	98,2
3e »	— 2,21	+ 4,48	0,63	+ 6,08	9,3	93,5
Mois	— 2,21	+ 2,81	0,77	+ 6,57	10,0	95,5

Dans ce mois, l'air a été calme 2 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 2,04 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 53,8 E., et son intensité est égale à 22,09 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE DÉCEMBRE 1873.

Le 1er, brouillard tout le jour et forte bise.
Du 2 au 7, ciel parfaitement clair.
Le 8, brouillard pendant quelques heures de la matinée.
Du 9 au 15, ciel parfaitement clair.
Le 16, brouillard dans l'après-midi et le soir.
17, brouillard tout le jour.
18, brouillard le matin.
21, brouillard pendant quelques heures de la matinée.
Du 22 au 26, ciel parfaitement clair.
Le 27, brouillard dans l'après-midi et le soir.
28, brouillard tout le jour et forte bise.
29 et 30, ciel parfaitement clair.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.

	mm
Le 4 à 10 h. matin	572,80
9 à 10 h. matin	572,12
12 à 10 h. matin et 8 h. soir	570,65
18 à 10 h. soir	569,89
26 à 10 h. matin	569,57
30 à 10 h. soir	568,86

MINIMUM.

	mm
Le 6 à 10 h. soir	564,38
10 à 6 h. matin	567,90
17 à 6 h. matin	566,28
20 à 10 h. soir	563,53
28 à 2 h. après m.	556,44
31 à 4 h. après m.	562,02

SAINT-BERNARD. — DÉCEMBRE 1873.

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent dominant.	Clarté moyenne du Ciel.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum.	Maximum.	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum*	Maximum*	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.		
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim			
1	565,10	+ 3,15	562,35	567,12	—11,66	— 4,94	—13,3	—10,4	.....	.....	....	NE. 3	0,86
2	569,51	+ 7,58	567,03	570,52	— 4,67	+ 2,13	—11,0	— 1,8	.....	.....	....	SO. 1	0,00
3	571,67	+ 9,76	570,37	572,33	— 2,59	+ 4,29	— 5,0	+ 0,8	.....	.....	....	SO. 1	0,01
4	572,18	+10,29	572,00	572,80	— 1,73	+ 5,23	— 3,0	+ 0,8	.....	.....	....	SO. 0	0,00
5	571,33	+ 9,46	570,64	572,15	— 0,42	+ 6,62	— 1,4	+ 1,7	.....	.....	....	variable	0,04
6	566,33	+ 4,48	564,38	568,53	— 3,04	+ 4,08	— 6,1	— 0,8	.....	.....	....	NE. 1	0,00
7	565,92	+ 4,10	564,40	567,64	— 7,10	+ 0,11	— 8,5	— 4,5	.....	.....	....	SO. 1	0,01
8	569,81	+ 8,01	568,09	571,85	— 7,37	— 0,08	—11,6	— 3,1	.....	.....	....	SO. 1	0,26
9	571,03	+ 9,25	570,03	572,12	— 1,84	+ 5,53	— 3,2	— 0,2	.....	.....	....	SO. 0	0,00
10	568,28	+ 6,52	567,90	568,83	— 2,66	+ 4,78	— 3,7	— 0,4	.....	.....	....	SO. 0	0,00
11	569,87	+ 8,13	569,10	570,33	— 3,00	+ 4,51	— 4,7	— 1,2	.....	.....	....	SO. 1	0,00
12	570,34	+ 8,62	569,83	570,65	— 1,16	+ 6,42	— 2,4	+ 1,7	.....	.....	....	SO. 1	0,00
13	570,13	+ 8,43	569,84	570,49	— 2,29	+ 5,36	— 4,0	— 0,8	.....	.....	....	NE. 0	0,00
14	568,98	+ 7,30	568,34	570,64	— 4,65	+ 3 07	— 5,5	— 2,6	.....	.....	....	SO. 1	0,00
15	567,26	+ 5,60	567,01	567,73	— 4,40	+ 3,38	— 5,3	— 2,7	.....	.....	....	NE. 1	0,00
16	567,26	+ 5,62	566,31	568,26	— 4,51	+ 3,33	— 5,3	— 3,4	.....	.....	....	NE. 1	0,58
17	566,96	+ 5,33	566,28	568,33	— 3,40	+ 4,50	— 4,3	— 2,4	.....	.....	....	NE. 3	1,00
18	568,64	+ 7,03	567,61	569,89	— 1,47	+ 6,49	— 2,4	— 0,2	.....	.....	....	NE. 2	0,28
19	568,12	+ 6,53	566,92	569,43	+ 1,98	+10,00	+ 0,5	+ 4,2	.....	.....	....	NE. 0	0,00
20	563,74	+ 2,17	563,53	564,38	— 3,92	+ 4,16	— 6,7	— 0,4	.....	.....	....	NE. 1	0,61
21	565,51	+ 3,95	563,82	566,43	— 6,91	+ 1,22	— 7,4	— 5,9	.....	.....	....	NE. 1	0,21
22	566,44	+ 4,89	566,32	566,93	— 6,13	+ 2,05	— 7,9	— 4,0	....	.....	....	NE. 0	0,00
23	566,34	+ 4,81	565,52	567,09	— 7,82	+ 0,41	— 9,0	— 6,4	.....	.....	....	NE. 1	0,00
24	567,34	+ 5,83	566,94	567,88	— 5,41	+ 2,87	— 6,8	— 3,8	.....	.....	....	NE. 1	0,07
25	568,81	+ 7,32	567,78	569,27	— 1,81	+ 6,52	— 3,0	+ 0,5	.....	.....	....	SO. 0	0,00
26	568,58	+ 7,11	567,56	569,57	— 2,39	+ 5,98	— 4,2	— 0,3	.....	.....	....	SO. 0	0,00
27	562,60	+ 1,14	560,63	565,13	— 5,04	+ 3,37	— 7,0	— 2,6	.....	.....	....	SO. 1	0,64
28	557,02	— 4,42	556,44	558,12	—13,82	— 5,37	—15,8	— 8,0	120	7,9.	....	NE. 2	0,91
29	558,71	— 2,71	558,12	559,65	—10,26	— 1,77	—14,8	— 6,3	.....	.....	....	NE. 1	0,01
30	562,00	+ 0,60	560,44	562,86	— 7,53	+ 1,00	— 8,9	— 5,6	.....	.....	....	NE. 1	0,00
31	562,15	+ 0,77	562,02	562,74	— 5,82	+ 2,75	— 7,5	— 3,0	.....	.....	....	NE. 0	0,16

* Ces colonnes renferment la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

MOYENNES DU MOIS DE DÉCEMBRE 1873.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	568,42	568,95	569,56	509,41	569,13	569,20	569,26	569,39	569,54
2e »	567,92	568,29	568,68	568,45	568,03	568,18	568,05	568,16	568,23
3e »	563,88	564,32	564,60	564,29	564,07	564,14	564,12	564,28	564,36
Mois	566,65	567,09	567,52	567,28	566,98	567,07	567,04	567,18	567,28
Température.									
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade	— 4,75	— 5,07	— 4,52	— 3,23	— 2,58	— 3,61	— 4,70	— 4,62	— 4,53
2e »	— 2,74	— 3,17	— 2,32	— 1,38	— 1,22	— 2,62	— 3,39	— 2,96	— 3,16
3e »	— 6,61	— 7,26	— 6,37	— 5,42	— 5,05	— 5,85	— 7,15	— 7,17	— 7,51
Mois	— 4,79	— 5,23	— 4,47	— 3,41	— 3,02	— 4,09	— 5,15	— 4,99	— 5,14

	Min. observé.*	Max. observé.*	Clarté moyenne du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	°	°		mm	mm
1re décade	— 6,68	— 1,79	0,12	—	—
2e »	— 4,01	— 0,78	0,25	—	—
3e »	— 8,39	— 3,85	0,18	7,9	120
Mois	— 6,43	— 2,20	0,18	7,9	120

Dans ce mois, l'air a été calme 32,3 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 2,65 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45 E., et son intensité est égale à 40,1 sur 100.

* Voir la note du tableau

NOTE SUR QUELQUES FAITS

DE

LA STRUCTURE DES CHAINES CENTRALES DES ALPES

PAR

M. CHARLES LORY.

Dans une importante communication faite à la réunion géologique allemande, à Bonn, en septembre 1872, M. Studer a discuté de nouveau quelques-uns des faits encore incomplétement expliqués de l'orographie des Alpes, particulièrement la *structure en éventail* des massifs du Mont-Blanc, du Saint-Gothard, etc., et les intercalations de *coins calcaires* jurassiques dans le gneiss des Alpes bernoises. Faisant ressortir le contraste de la structure des Alpes avec celle des chaînes de plissement dont le Jura présente les types classiques, l'éminent géologue de Berne pense qu'il n'est pas possible de rendre compte de la structure des massifs centraux de roches granitiques, en les considérant comme des voûtes centrales de soulèvement, soumises à des refoulements latéraux très-énergiques, par suite desquels les courbures culminantes auraient été disloquées et détruites. Les objections de M. Studer s'appliquent particulièrement à l'usage que j'ai fait de cette explication théorique élémentaire, en y ajoutant cette considération, que, dans les chaînes les plus élevées, les refoulements ont dû s'exercer avec leur maximum d'intensité vers la base, au niveau des masses moins

élevées qui les étreignaient latéralement, de telle sorte que les pieds droits de ces voûtes auraient été rapprochés dans le bas, par une compression maxima, et seraient restés plus écartés en haut, où la pression était moindre : j'ai essayé d'expliquer ainsi comment les couches qui les composent affectent cette disposition divergente dans le haut, que l'on a comparée à celle des rayons d'un éventail et que j'ai comparée encore à celle des pailles d'une gerbe fortement serrée.

Cette explication de la *structure en éventail,* dont je n'avais eu à m'occuper qu'incidemment dans la *Description géologique du Dauphiné,* et dont je n'avais donné qu'une représentation schématique [1], a été adoptée pour le massif du Mont-Blanc par M. Alph. Favre, et l'accueil que lui a fait ce savant géologue dans son magnifique ouvrage a donné à cet aperçu théorique une valeur toute nouvelle [2]. Comme le fait observer M. Studer, des idées analogues ont été suivies par divers géologues suisses, et dernièrement par M. Heim, de Zurich, dans ses remarquables profils géologiques du Saint-Gothard et du Tödi [3] : pour eux aussi, les massifs centraux des Alpes sont des voûtes rompues, des plis et des déchirements des couches cristallines primitivement horizontales. C'est encore le point de vue adopté récemment par M. Giordano, dans son Examen géologique de la chaîne du Saint-Gothard, à l'occasion du percement du tunnel qui doit traverser cette montagne [4].

[1] *Description géologique du Dauphiné*, 1re partie, § 100, 1860.

[2] *Recherches géologiques sur les parties de la Savoie, etc., voisines du Mont-Blanc*, tome III, p. 136, 1867.

[3] *Verhandl. der naturf. Gesellsch. in Frauenfeld*, 1871.

[4] *Mem. del Comit. geol. d'Italia*, II, 1872.

M. Studer ne croit pas que cette théorie puisse rendre exactement compte des faits. Il insiste surtout sur l'opposition si frappante que l'on observe généralement entre les allures excessivement tourmentées des couches secondaires et tertiaires des Alpes (triasiques, jurassiques, crétacées, nummulitiques) contournées et plissées, souvent à plusieurs reprises, sur de très-petits espaces, souvent refoulées, repliées, complétement renversées et refermées sur elles-mêmes ; et, d'autre part, l'allure toute autre de la stratification apparente de la protogine ou du gneiss, toujours à peu près verticale ou fortement inclinée, dans le même sens, soit que ces roches cristallines supportent les terrains secondaires encore à peu près horizontaux, ou qu'elles leur soient adossées latéralement, ou qu'enfin elles aient été poussées en surplomb et en recouvrement local par-dessus ces terrains, comme c'est le cas dans les grandes cimes des Alpes bernoises (Mettenberg, Schreckhorn, Mönch, Jungfrau, etc.), et dans plusieurs des coupes de M. Heim. L'éminent géologue bernois persiste dans l'opinion exprimée par lui dès 1846 [1], au sujet de ces singuliers problèmes de la stratigraphie alpine : il ne croit pas pouvoir s'en rendre compte autrement qu'en admettant que la protogine et même le gneiss des Alpes bernoises, du Saint-Gothard, etc., ne sont point réellement stratifiés, et que leur structure *stratiforme* n'est que le résultat d'un clivage ou d'un feuilletage développé dans ces roches, en réalité *massives*, postérieurement aux dislocations, c'est-à-dire postérieurement au terrain jurassique, et même, en beaucoup d'endroits, au terrain éocène. Il se range ainsi à l'opinion

[1] *Bulletin de la Société géolog. de France*, 2me série, t. IV, p. 212.

soutenue anciennement par Pini en opposition avec de Saussure. M. de Rath, dans un travail important sur les Alpes des sources du Rhin [1], a formulé des conclusions analogues, et M. Studer cite aussi Escher comme ayant rapporté, d'une exploration du Tödi avec Théobald, de très-forts doutes sur la réalité de la stratification du gneiss dans cette région.

Pour moi je dois dire que je suis depuis longtemps rallié, sur ce point, à l'opinion de de Saussure, que je crois à la stratification *sédimentaire* du gneiss, et que tout en admettant dans les Alpes l'existence de vrais granites massifs, même de granites éruptifs en filons, admettant même que la protogine peut se rencontrer quelquefois sous cette forme, je n'en persiste pas moins à croire que les grands massifs de protogine de l'Oisans, du Mont-Blanc, etc., se lient intimement au gneiss par des passages insensibles, par des alternances et un parallélisme complet de leurs divisions stratiformes et qu'ils sont stratifiés originellement comme le gneiss lui-même, quoique d'une manière moins évidente. Si M. Studer a pu relever avec raison, dans la première partie de ma *Description géologique du Dauphiné*, publiée en 1860, quelques incertitudes et quelques contradictions apparentes à ce sujet, je suis d'autant plus obligé d'indiquer aujourd'hui dans quel sens mon opinion s'est confirmée depuis cette époque.

La stratification de la protogine ne préjuge, du reste, en rien l'origine et le mode de cristallisation de cette roche. Je suis loin, pour ma part, de considérer toutes ses divisions stratiformes comme les traces d'autant de couches formées successivement. J'y vois seulement une stra-

[1] *Zeitschr. der deutsch. geol. Gesellsch.*, XIV, 1862.

tification par grandes nappes, qui est du même ordre, toutes proportions gardées, que celle de beaucoup de roches porphyriques ou trappéennes intercalées en concordance dans les terrains sédimentaires, ou que celle de nos serpentines des Alpes cottiennes, intercalées généralement dans le trias, parallèlement aux couches de ce terrain.

Quant aux gneiss, dans le Dauphiné et la Savoie, il me paraît impossible d'admettre que leur feuilletage ne soit pas un fait très-ancien, car on les trouve en gros fragments roulés dans les conglomérats houillers, triasiques ou jurassiques. On connaît les intercalations et les alternances apparentes, en strates parallèles, des grès à anthracite dans les schistes cristallins et les gneiss de l'Oisans, des environs de Beaufort, de Chamonix, etc. ; on sait qu'elles s'expliquent très-clairement par des replis de l'ensemble de ces couches refermées sur elles-mêmes, et ce sont autant de preuves frappantes de la réalité de la stratification du gneiss et de son horizontalité primitive. Sur le prolongement direct des Alpes bernoises, la coupe de l'Etzlithal (Uri) par M. Alb. Müller [1], montre des alternances répétées de schistes cristallins et de gneiss avec des paquets minces de schistes anthraciteux, bien évidemment sédimentaires, ce qui conduit encore à la même conclusion. Je dois me borner à ces indications, en regrettant de ne pouvoir discuter en détail, *de visu*, plusieurs des faits décrits par M. Studer. Mais je vais rappeler rapidement des faits analogues plus simples, bien connus dans les Alpes du Dauphiné et de la Savoie, dont il me paraît possible de tirer des inductions plausibles pour

[1] *Basler Verhandlungen*, IV, 1867.

l'interprétation des problèmes stratigraphiques posés de nouveau par notre éminent confrère.

Les massifs du Mont-Blanc et des Aiguilles-Rouges, la chaîne des Alpes occidentales (ou chaîne de Belladone) et les petits massifs annexes du Rocheray et des Grandes-Rousses, enfin le grand massif de l'Oisans ou du Pelvoux appartiennent tous à ce que j'ai appelé la *première zone alpine*, dans la Savoie et le Dauphiné [1]. Le caractère propre et distinctif de cette zone se résume ainsi : les terrains secondaires y sont réduits aux étages jurassiques inférieurs, formés principalement de calcaires argileux tendres et feuilletés, et à des lambeaux discontinus de trias, qui manque souvent et n'a jamais une grande épaisseur. Ces terrains secondaires reposent indifféremment, en stratification discordante, sur les tranches des schistes cristallins anciens, ou sur des lambeaux peu étendus de grès à anthracite qui sont eux-mêmes, en général, à peu près concordants avec les schistes cristallins. C'est là le fait général, partout où l'on voit les terrains secondaires, *encore horizontaux*, reposant évidemment sur le fond de roches anciennes qui a servi de base à leur dépôt : c'est ce que l'on voit aux niveaux les plus divers, au sommet des Aiguilles-Rouges, au col de Salenton, au col des Fours, de même qu'à Mégève et à Flumet ; c'est ce que l'on voit en Oisans et aux environs de La Mure, partout où des lambeaux de calcaires jurassiques, encore à peu près horizontaux, reposent sur un fond de schistes cristallins ou de grès à anthracite : cela est vrai, même pour les lambeaux les plus élevés, par exemple pour le très-intéressant gisement de fossiles du lias inférieur du

[1] *Bulletin de la Société géol. de France*, 2me série, t. XXIII, p. 482, 1866.

Mont-Rachas, au-dessus du Mont-de-Lans (2717 mètres) et d'autres lambeaux semblables que l'on voit se perdre à plus de 3000 mètres d'altitude, sous les vastes champs de neige du Mont-de-Lans et de la Grave [1].

Ainsi, dans toute cette région, il y a eu, entre le dépôt du terrain houiller et celui du trias, des bouleversements très-étendus qui ont plissé les couches des terrains anciens, les ont redressées, le plus souvent, dans une position voisine de la verticale, et ont été suivis de dénudations et d'un rabotage général des parties saillantes. C'est ce fond de vieilles roches déjà disloquées et entièrement consolidées qui a reçu d'abord des dépôts minces et discontinus de *trias*, puis une couverture générale de *lias* ou plus généralement du groupe jurassique inférieur.

Cela posé, lorsque plus tard de nouvelles dislocations se sont produites, les terrains anciens, complétement rigides, n'ont pas pu se plisser : ils n'ont pu se prêter qu'à des *fractures*, à des *failles*, à des *glissements*, suivant des plans de fracture nouveaux ou anciens, ou encore suivant leurs plans de stratification. Ces dislocations des terrains anciens et les glissements relatifs de leurs lambeaux ont porté ceux-ci aux niveaux les plus divers, mais en leur conservant sensiblement leur direction et leur inclinaison générales. Les terrains secondaires, au contraire, éminemment flexibles et ductiles, ont été tout autrement bouleversés : au lieu d'être brisés par toutes les fractures et les glissements des terrains anciens, ils ne l'ont été que par les failles d'importance majeure, mais partout ailleurs ils ont été fléchis, et se sont adaptés, sans se rompre, par

[1] Je publierai prochainement une notice spéciale sur ces localités.

des flexions multiples et des plus compliquées aux nouvelles positions relatives des divers lambeaux de leur base disloquée. Cette considération est, je crois, le point de départ auquel il convient de se placer pour rendre compte des phénomènes complexes de l'orographie de cette partie des Alpes.

Il existe au mont Salève, dans le ravin dit de la Petite-Gorge (Pl. I, fig. 1), un petit accident stratigraphique que j'ai depuis longtemps expliqué par une considération analogue[1], et qui m'a toujours paru propre à donner, sur une petite échelle, une idée des résultats que peut produire l'adaptation d'un terrain supérieur *flexible* aux nouvelles formes d'un terrain inférieur *rigide*, disloqué par des failles et des glissements. Une faille très-nette, parallèle à la façade escarpée du Salève, entame les calcaires jurassiques compactes qui forment le soubassement de cette montagne, et cette fracture traverse aussi de gros bancs calcaires que je considérais autrefois, avec M. Alph. Favre, comme encore jurassiques, mais qui ont été reconnus n'être autres que les bancs à *Natica Leviathan* Pictet, partie inférieure du sous-étage valanginien. Mais cette faille ne s'est pas continuée dans les couches minces du calcaire roux à *Ostræa rectangularis* qui forme l'assise supérieure de ce même sous-étage, ni, à plus forte raison, dans les marnes néocomiennes qui leur sont superposées. Cet ensemble de couches flexibles s'est adapté, sans rupture, par un pli vertical, à la nouvelle forme du terrain sous-jacent, accidenté par la faille.

Que l'on grandisse, par la pensée, l'échelle de ce petit fait; que l'on substitue aux marnes néocomiennes les cal-

[1] *Mémoires de la Société d'Émulation du Doubs*, 1857.

caires argileux tendres du système jurassique inférieur, tels qu'ils sont dans la partie des Alpes qui nous occupe; aux calcaires massifs des escarpements du Salève, des gneiss et autres roches anciennes, à stratification verticale ou très-inclinée : il se produira dans ceux-ci des glissements plus ou moins étendus, suivant les plans de stratification ou parallèlement à ces plans, et alors les couches secondaires *flexibles* pourront rester en lambeaux horizontaux, posés sur les tranches du gneiss, aux points culminants et sur les plateaux étagés résultant des glissements; mais sur les pentes, sur les surfaces mêmes de glissement, elles s'adapteront par flexion aux nouvelles formes du terrain ancien, et paraîtront ainsi concordantes avec les strates verticaux ou très-inclinés du gneiss ou du grès houiller. Ainsi se trouve expliquée très-simplement une des difficultés les plus fréquemment signalées de la stratigraphie alpine, une de celles que M. Studer cite, par exemple à Chamonix, comme constituant des objections sérieuses contre l'idée d'une stratification réelle et primitivement horizontale des gneiss et autres roches cristallines des massifs alpins (fig. 2).

Les terrains anciens étant redressés à peu près verticalement doivent aussi nécessairement présenter de nombreuses fractures transversales à leurs couches, et entre autres des fractures horizontales ou faiblement inclinées. C'est du reste ce que l'observation permet d'y constater à chaque pas, par exemple pour les nombreux filons de quartz, stériles ou métallifères, dont ils sont traversés. Dès lors, dans les dislocations intérieures de ces terrains, dans les puissantes actions de refoulement latéral qui constituent, comme on le sait, le principal mécanisme de la formation des grands reliefs montagneux, il n'y aura

pas seulement des glissements suivant des plans verticaux ou très-inclinés, il y aura aussi des translations relatives suivant des plans voisins de l'horizontalité. Et comme ces dislocations complexes du sol *rigide* ancien se font sous la couverture *flexible* des couches secondaires, celles-ci s'infléchiront pour s'adapter à toutes les inégalités de leur base disloquée, et des fragments plus ou moins considérables, détachés de cette base, se trouveront, en maints endroits, poussés en surplomb sur les replis de l'enveloppe flexible. Il est facile de se représenter la complication des enchevêtrements, des intercalations apparentes, qui résulteront de la combinaison des déplacements relatifs des lambeaux disloqués du sol inférieur rigide et des replis indéfiniment multipliés de la couverture flexible, s'adaptant, le plus souvent sans se rompre, par des courbures continues, aux poussées horizontales, aussi bien qu'aux tassements et glissements verticaux.

Je n'oserais pas affirmer, sans l'avoir étudié par moi-même, que cela suffise pour donner l'explication de la structure des Alpes bernoises. Mais je ferai observer que ces montagnes sont, dans les Alpes suisses, dans la même situation de *première zone alpine* et les mêmes conditions de constitution géologique que le Mont-Blanc et les autres massifs des Alpes occidentales, en Savoie et en Dauphiné. J'ai donc l'intime conviction que l'intercalation des *coins calcaires*, en couches refermées sur elles-mêmes, entre deux niveaux de gneiss vertical, dans le Mettenberg, le Mönch, etc., doit pouvoir s'expliquer par des actions mécaniques telles que celles que nous venons de définir. De même que dans bien d'autres questions, les causes les plus simples sont ici les plus probables, et il ne s'agit que de leur reconnaître une latitude con-

venable d'action, soit dans le temps, soit dans l'espace. La figure 3 représente une des combinaisons très-variées de failles, de glissements et de poussées latérales par lesquelles on peut se rendre compte des faits exceptionnels dont il s'agit.

Par la considération de ces deux ensembles de terrains, l'un inférieur, déjà anciennement bouleversé et rigide, ne se prêtant plus qu'à des fractures et à des glissements, des déplacements relatifs de ces lambeaux par des mouvements de translation; l'autre supérieur, flexible, s'adaptant aux déformations de sa base disloquée par des plissements multipliés, sans en subir toutes les fractures, nous avons un principe fécond pour l'interprétation de beaucoup de problèmes orographiques, particulièrement dans la partie des Alpes ainsi constituée. Nous comprenons dès lors comment et pourquoi son orographie diffère essentiellement, comme le fait remarquer M. Studer, de celle du Jura ou des chaînes secondaires subalpines, dans lesquelles n'entrent, généralement parlant, que des ensembles d'étages sensiblement concordants entre eux, que l'on peut considérer comme étant restés tous flexibles jusqu'à l'époque de leurs dislocations communes.

Quant à notre explication de la *structure en éventail*, elle me paraît devoir subsister, dans sa partie essentielle, c'est-à-dire dans l'idée d'une compression latérale, d'un serrement maximum des massifs culminants, au niveau des masses moins élevées qui les étreignent de part et d'autre. Quelle que soit la théorie que l'on adopte sur la cristallisation du gneiss et de la protogine, il est légitime d'admettre qu'avant leurs dernières dislocations, avant leur exhaussement relatif, tel qu'il est actuellement, ces

roches avaient conservé, dans les profondeurs du sol, un certain degré de plasticité qu'elles n'avaient plus dans leurs parties superficielles. On pourrait même invoquer, à l'appui de cette supposition, des faits bien connus : tout le monde sait quelle différence de cohésion existe entre les roches granitiques sèches et celles qui sont encore imprégnées de leur eau de carrière, ou bien encore celles qui sont submergées et dont certaines variétés deviennent ainsi assez tendres pour que les pholades et les oursins s'y creusent facilement des loges. Cette moindre cohésion dans la profondeur et la structure grenue, la porosité toujours sensible des roches granitiques suffisent largement pour faire comprendre l'étranglement des massifs culminants à leur base, par les énormes poussées latérales des chaînes moins élevées.

En reproduisant ici (fig. 4), d'après M. Alph. Favre et d'après mes propres recherches, la coupe du massif du Mont-Blanc telle que je l'ai figurée il y a cinq ans [1], je dois donc faire observer que, dans mon opinion, la stratification à peu près verticale de la protogine et du gneiss du Mont-Blanc, aussi bien que celle des gneiss des Aiguilles-Rouges, date de dislocations antérieures aux dépôts du trias et du terrain jurassique. La situation normale de ceux-ci, par rapport aux terrains anciens, est représentée par celle du lambeau horizontal subsistant au sommet de la plus haute des Aiguilles-Rouges ; il n'y aurait rien d'extraordinaire, à mon sens, à en rencontrer quelque autre lambeau placé de même sur quelqu'une des sommités du Mont-Blanc, et celui du plateau des Fours, à l'extrémité sud-ouest de la chaîne, est là pour

[1] *Revue des Cours scientifiques*, 18 avril 1868.

en démontrer la possibilité. Les profondes vallées de Chamonix et d'Entrèves représentent deux grands effondrements longitudinaux, dans lesquels le terrain jurassique a glissé par affaissement, et a été nécessairement replié, refoulé et comprimé dans des conditions très-complexes, qui ne représentent plus ses relations normales avec les roches anciennes. Quant au gneiss du mont Chétif, il est dans des conditions tout autres que les roches du Mont-Blanc : il appartient à l'autre bord d'une grande faille, qui est un des traits fondamentaux de la structure de cette partie des Alpes et qui doit dater, quant à sa direction et à la première dénivellation qu'elle a déterminée, de l'époque même de la dislocation des terrains anciens. Le gneiss du mont Chétif est recouvert, à peu près en concordance, par la série des assises triasiques du Cramont, et ainsi ce gneiss était encore sensiblement horizontal quand le trias se déposait sur les tranches du gneiss vertical des Aiguilles-Rouges.

J'ai établi, en effet [1], à la suite de recherches faites en commun avec M. l'abbé Vallet, que, en dehors de notre *première zone alpine*, où les terrains anciens ont été généralement redressés dans une position voisine de la verticale, antérieurement aux dépôts du trias et du terrain jurassique, on pouvait distinguer d'autres zones plus rapprochées du versant italien, où ces mêmes terrains sont restés, au contraire, sensiblement horizontaux jusqu'après les dépôts du trias et même du terrain jurassique, et n'ont été bouleversés que simultanément avec l'énorme épaisseur de ces terrains secondaires qui les avaient recouverts. Là, par conséquent, nous devons re-

[1] *Bulletin de la Société géol. de France*, 2me série, t. XXIII, p. 482, 1866.

trouver, et nous retrouvons en effet la régularité classique des soulèvements du Jura, avec les voûtes centrales, à double pente, formées par des schistes cristallins : c'est ce qui se présente, par exemple, entre Bramans et Suse, dans la coupe du terrain triasique du Mont-Cenis et du massif cristallin des glaciers de Bard, qui en représente la voûte centrale [1]. En traçant sur la *carte géologique de la Suisse*, dans le canton du Tessin, une ligne de séparation entre la zone du *gneiss vertical* et celle du *gneiss peu incliné*, M. Studer a posé la base d'une distinction orographique du même genre et qui doit aussi correspondre à des différences considérables dans la structure et la configuration des chaînes du versant italien, comparées à celles du Saint-Gothard ou des Alpes bernoises.

[1] *Bulletin de la Société géolog. de France*, 2me série, t. XVIII, pl. I.

SUR UNE

VARIATION DE TEMPÉRATURE

QUI ACCOMPAGNE LA DIFFUSION DES GAZ

A

TRAVERS UNE CLOISON DE TERRE POREUSE

PAR

M. L. DUFOUR

Professeur de physique à l'Académie de Lausanne.

(*Bulletin de la Société vaudoise des Sciences natur.*, 1874, n° 71.)

(Extrait par l'auteur.)

Ainsi que le titre l'indique, ce mémoire renferme les expériences et les recherches destinées à savoir si la diffusion des gaz s'accompagne d'une variation de température. — Dans les pages qui suivent, je décrirai la méthode expérimentale qui a été employée ; je donnerai quelques exemples des expériences faites, puis j'indiquerai les résultats qui ont été obtenus.

Appareils.

J'ai employé comme substance poreuse les vases qui servent dans les éléments galvaniques à deux liquides. Ces vases sont, du plus au moins, très-aptes à fournir une bonne diffusion. Il y a cependant des différences de l'un à l'autre. J'ai naturellement utilisé, pour les présentes recherches, celui qui m'a paru donner la diffusion la plus prononcée. Je le désignerai par P dans la suite. C'est un vase cylindrique pesant 106 grammes, ayant 223^{mm} de

longueur intérieure et 41^{mm} de diamètre. L'épaisseur de la paroi, un peu variable dans les divers points, est d'environ $3^{mm},8$. Plusieurs autres vases, d'ailleurs, différaient très-peu de celui-là quant à leurs dimensions et quant à leur capacité diffusante.

Le vase P était fermé par un bouchon de caoutchouc joignant parfaitement. Ce bouchon était percé de trois ouvertures qui recevaient :

1) Un thermomètre H, dont la cuvette arrivait à peu près au milieu de P ; 2) et 3), des tubes de verre *a* et *b* ; *a* plongeait jusque près du fond du vase ; *b* débouchait dans la partie supérieure. Ces tubes, ainsi que le thermomètre, étaient à frottement juste dans leurs ouvertures.

Le cylindre P était placé au milieu d'un vase cylindrique de verre V ayant 145^{mm} de hauteur et 83^{mm} de diamètre. P était librement soutenu dans ce vase, sans toucher ni le fond ni les parois, au moyen d'une pince fixée à un support solide qui serrait le tube *a*, à 10^{c} environ au-dessus du bouchon. — Le vase V était fermé par une plaque mince de plomb qui reposait sur son bord supérieur et qui se repliait contre sa paroi extérieure. Cette plaque était percée en son milieu d'une grande ouverture circulaire par laquelle était introduit P ; ouverture qui se trouvait fermée par le bord supérieur du bouchon de caoutchouc. Deux autres ouvertures plus petites, pratiquées dans la plaque de plomb, donnaient passage : 1) à un tube *c* qui aboutissait dans l'espace annulaire vide entre P et V ; 2) à un thermomètre H′ dont la cuvette arrivait à moitié hauteur de P et à 2 ou 3^{mm} de sa surface extérieure.

Il résulte de ces dispositions que le vase P pouvait être absolument isolé de l'extérieur par la fermeture des

tubes *a* et *b*; mais que l'espace annulaire entre P et V ne pouvait pas l'être. La fermeture avec la feuille de plomb était naturellement insuffisante; elle empêchait le gaz contenu dans l'espace annulaire de se mélanger trop rapidement avec l'air extérieur, mais elle ne permettait pas d'avoir une différence de pression entre cet espace et l'air libre.

Les deux vases P et V, emboités ainsi l'un dans l'autre, étaient installés dans un grand cylindre M, de terre ordinaire. V reposait sur trois bouchons placés sur le fond de ce dernier vase. Tout l'espace entre V et M était rempli de coton lâche; une couche de coton recouvrait la lame de plomb; enfin le vase de terre lui-même était entouré d'une couche de coton retenue par un linge formant une sorte de manteau extérieur. C'est du milieu de ce manteau et du coton qui avait encore été placé au-dessus de M, que sortaient les tubes *a, b, c* et les deux thermomètres H et H'. Dans les recherches sur la diffusion avec changement de pression, M a été immergé dans un grand vase de zinc rempli d'eau, afin de le soustraire encore davantage aux influences ambiantes.

a, b et *c* étaient reliés à des tubes de caoutchouc *a' b' c'* qui servaient à introduire dans le vase P, ou dans l'espace entre P et V, les gaz qui devaient être mis en contact avec la paroi poreuse et intervenir dans la diffusion.

Les thermomètres H et H' sont divisés en cinquièmes de degré. Ils étaient observés à distance à l'aide d'une lunette de cathétomètre d'un grossissement de trente fois. En les plaçant d'une manière convenable relativement à la fenêtre, on apercevait les colonnes mercurielles et les divisions avec une grande netteté. On pouvait très-sûrement apprécier un dixième de division, par conséquent

$^1/_{50}$ de degré. J'ai même souvent poussé l'estimation jusqu'à la moitié de cette valeur. — Les deux thermomètres avaient été comparés et, dans les limites de température où les observations ont eu lieu, leur équation est sensiblement $H—H'=0^\circ,46$. On verra d'ailleurs, dans la suite, que leurs indications relatives sont beaucoup moins importantes à considérer que les variations que subissent chacun d'eux et spécialement le thermomètre H. Ce thermomètre, à très-petite cuvette, à tube très-fin également, est fort sensible et se trouvait bien approprié à son but.

Près du groupe des trois vases P, V et M a été installé un second groupe de trois autres vases (je les désignerai par P′, V′, M′) disposés d'une manière tout à fait semblable et entourés des mêmes précautions pour éviter l'influence de la température ambiante. P′ était aussi pourvu d'un thermomètre H″, dont la correction, par rapport à H, avait été déterminée ($H—H''=0^\circ,26$) ; il était fermé par un bouchon que traversaient deux tubes analogues à *a* et *b*. — Le vase P′ a été tantôt un cylindre de verre, tantôt un vase poreux semblable à P, mais verni à l'extérieur ou sur les deux faces. Ce vase P′, en subissant les mêmes influences que P sans être poreux, a servi dans une partie des expériences de *témoin*, de *contrôle*. — Par une liaison convenable et facile à concevoir des tubes de caoutchouc, il était possible de faire passer un même courant gazeux d'abord dans P puis dans P′, ou inversément.

Les dispositions qui viennent d'être décrites constituent l'appareil dans son ensemble ; mais elles n'ont pas toujours été utilisées d'une manière complète. Plusieurs expériences ont été faites uniquement avec le groupe P, V, M et, suivant les exigences de chaque cas, des instruments

accessoires ont été parfois ajoutés ou associés à ceux qui viennent d'être mentionnés.

Les gaz qui ont été soumis à la diffusion sont, d'une part l'air, d'une autre part l'hydrogène, l'acide carbonique et le gaz d'éclairage [1]. L'hydrogène était obtenu par la réaction de l'eau acidulée et du zinc; l'acide carbonique, par la réaction de l'acide chlorhydrique et du marbre.

Ces gaz étaient, *pour toutes les expériences*, recueillis, au moins un jour à l'avance, dans un grand sac en caoutchouc placé près de l'appareil.

Influence de l'état sec ou humide des gaz qui arrivent en contact avec la paroi poreuse.

Il importait de savoir si la présence de la vapeur d'eau dans les gaz employés détermine des variations de température indépendamment de tout phénomène de diffusion. Un grand nombre d'expériences, faites dans des circonstances variées, ont eu pour but de répondre à cette question préalable.

Des courants gazeux chargés de vapeur d'eau circulant le long des parois de P ont toujours provoqué un réchauffement plus ou moins considérable des thermomètres H et H'. Les mêmes courants, dirigés dans un *témoin* P' verni à l'*extérieur* (vernis de gomme laque et de cire dans l'alcool), y ont également donné lieu à une élévation de température.

[1] J'ai choisi le gaz d'éclairage, quoiqu'il ne soit pas un composé simple, parce qu'il fournit avec l'air une très-bonne diffusion et qu'il s'obtient en abondance sans manipulation préalable. Au point de vue des présentes recherches, qui ont un caractère exclusivement physique, la composition complexe de ce corps ne m'a pas paru un inconvénient.

Le témoin P′ a été ensuite verni à l'intérieur comme il l'était à l'extérieur ; il devait donc se comporter comme un corps non poreux. Après cette opération, le thermomètre II″ n'a plus accusé de réchauffement lors du passage des gaz chargés de vapeur. — On a introduit alors dans ce vase P′ un grand nombre de fragments de matière poreuse provenant d'un vase brisé. Le passage des gaz humides a de nouveau donné lieu à une élévation de température.

Les deux vases de terre P et P′ ont été remplacés par deux éprouvettes de verre, dont l'une renfermait des fragments de la substance poreuse, tandis que l'autre était laissée vide et à parois nues.

Un même courant d'air, *desséché* par son passage sur la ponce sulfurique, a circulé dans l'un et ensuite dans l'autre de ces vases. Il s'est produit un abaissement de température là où se trouvaient les fragments poreux, tandis que la température s'est conservée sensiblement constante dans le vase nu. En remplaçant l'air desséché par l'air saturé de vapeur, on provoquait immédiatement un réchauffement. En faisant alterner de l'air sec et de l'air humide, on déterminait très-régulièrement aussi une alternance dans les variations de la température qui s'élève avec l'air humide et qui s'abaisse avec l'air sec.

Des faits parfaitement semblables ont été obtenus avec du gaz d'éclairage et avec de l'hydrogène desséchés ou saturés de vapeur d'eau.

Je me bornerai à donner un seul exemple, c'est l'expérience huitième du mémoire :

Expérience 8me. — On a fait passer, à travers les deux vases, un courant d'air *desséché* par la circulation à tra-

vers de la ponce sulfurique. Voici les résultats des observations :

TEMPS	H″	H	TEMPS	H″	H
32m	15°,62	15°,71	58m	14°,60	15°,80
35	15,62	15,71	60	14,44	15,78
37	15,65	15,75	63	14,28	15,72
43	15,68	15,77	70	14,04	15,57
45	15,62	15,78	74	14,18	15,58
50	15,16	15,78	83	14,64	16,68

De 32 à 43m a passé de l'air ordinaire. A 43m a commencé l'air desséché, lequel passait dans P et ensuite dans P′. A 70m, nouveau courant d'air ordinaire. — On voit que, dans le vase pourvu de fragments poreux, la variation de température a été —1°,64 entre 43 et 70m ; dans l'autre, la variation a été seulement —0°,20. Dès que l'air sec a été remplacé par de l'air ordinaire, il y a eu réchauffement.

Ces premières expériences avec les gaz secs ou humides (sans qu'il y ait diffusion) permettent de supposer que la matière poreuse absorbe la vapeur d'eau, la retient par une sorte de condensation et que ce phénomène est accompagné d'un dégagement de chaleur. Lorsque, au contraire, un gaz desséché passe sur la substance poreuse plus ou moins chargée de vapeur d'eau, cette eau reprend l'état de vapeur et est entraînée dans le courant. Il y a absorption de chaleur, et, par conséquent, refroidissement.

Dans quelques expériences, le vase nu recevait le courant gazeux après sa circulation dans le vase poreux ou pourvu de fragments poreux. Sa température variait ce-

pendant très-peu. On peut donc croire que le réchauffement et le refroidissement se produisent à la surface même de la matière poreuse, sans que le gaz qui circule ait le temps de varier beaucoup de température, et que la variation accusée par le thermomètre est occasionnée non-seulement par le contact du gaz qui circule autour de lui, mais aussi par le rayonnement de la substance poreuse.

Cette supposition que la vapeur d'eau est absorbée ou abandonnée par la matière poreuse, laquelle paraît évidemment très-plausible, a été appuyée par quelques expériences où j'ai pesé une éprouvette de verre remplie de fragments de substance poreuse avant et après qu'elle avait été parcourue par de l'air saturé ou par de l'air desséché. Il y avait augmentation de poids après le passage du gaz riche en vapeur, et, au contraire, diminution après l'air desséché.

Après avoir constaté cette influence de l'air sec ou chargé de vapeur d'eau, sur la température des vases P (poreux) et P′ (verni), j'ai fait quelques essais avec de l'air qui était chargé de vapeurs d'alcool et d'éther. Il s'est produit des phénomènes semblables à ceux dont il vient d'être question dans le vase P ; en outre, il y a eu aussi, et même dans une plus forte mesure des variations de température dans le vase P′. Cela tient sans doute à la qualité des substances formant la couche de vernis, substances solubles dans l'alcool et dans l'éther.

Les expériences et les considérations exposées dans cette première partie du mémoire peuvent se résumer de la manière suivante :

I. Lorsque des courants d'air, d'hydrogène ou de gaz d'éclairage desséchés viennent circuler le long des parois du vase poreux ou d'un vase qui renferme des fragments de la matière poreuse, il se produit un abaissement de température. Cet abaissement se ralentit peu à peu et finit même par cesser tout à fait.

II. Lorsque des courants des mêmes gaz chargés d'humidité viennent circuler dans les mêmes conditions, il se produit un réchauffement, lequel se ralentit aussi et finit par cesser.

III. Le réchauffement et le refroidissement sont plus ou moins considérables suivant l'état antérieur du vase poreux. Les plus grandes variations se sont produites lorsqu'un courant sec succède à un courant saturé ou inversement.

IV. Ces variations de température sont probablement dues à l'absorption de la vapeur d'eau par la substance poreuse ou au dégagement de cette vapeur [1].

Variations de température lors de la diffusion sans changement de pression.

A l'aide de l'appareil décrit au § I, on produisait facilement la diffusion en amenant les deux gaz au contact des faces intérieure et extérieure du vase poreux P. — En faisant circuler l'hydrogène, par exemple, dans le vase

[1] Les recherches dont il vient d'être question m'ont conduit assez naturellement à voir s'il ne se produit pas une diffusion entre deux masses d'air à des états hygrométriques différents. Les essais entrepris dans ce but spécial conduisent à un résultat affirmatif que j'ai déjà annoncé dans une communication préliminaire (voir *Archives des Sciences physiques et naturelles*, septembre 1872). Ces recherches sur la diffusion entre l'air sec et l'air humide feront l'objet d'un prochain mémoire.

poreux et dans le témoin par les tubes *a* et *b*, puis *a'* et *b'*, il se produit un double courant de diffusion. De l'hydrogène sort du vase poreux, se répandant dans l'espace entre P et V, et de l'air entre, de ce même espace, dans le vase poreux. En vertu de la loi de Graham, le courant d'hydrogène est le plus abondant. Dans la suite, je nommerai, pour abréger, exosmose ce cas où le gaz moins dense est à l'intérieur du vase poreux et où, par conséquent, le courant qui *sort* est le plus considérable. — Si l'on fait arriver de l'hydrogène par le tube *c* dans l'espace compris entre P et V, tandis que le vase poreux est rempli d'air, le courant le plus abondant se fera de l'extérieur à l'intérieur, ce sera la diffusion *entrante* ou l'endosmose. Dans ce cas, la diffusion se ralentira et cessera si le vase poreux n'est pas parcouru par un courant d'air qui entraîne le gaz moins dense et qui entretienne, à l'intérieur, une atmosphère où l'air soit toujours prédominant.

Lorsqu'on a fait arriver le gaz moins dense à l'extérieur de P et que le vase poreux n'est pas parcouru par un courant d'air, il se produit tout d'abord une endosmose ; le mélange gazeux qui se forme à l'intérieur s'enrichit de plus en plus d'hydrogène et s'appauvrit d'air. Si alors on cesse de diriger le courant d'hydrogène à l'extérieur et qu'on le remplace par un courant d'air, il se produit bientôt une diffusion inverse et l'hydrogène ressort du vase P.

Des dispositions convenables, et qu'il est superflu de décrire en détail, avaient été prises pour pouvoir faire passer dans le vase poreux et dans le témoin, en même temps que dans l'espace extérieur entre P et V, des courants gazeux desséchés ou saturés de vapeur.

Une première série d'expériences a été faite avec des gaz desséchés. Je donnerai ici, comme exemple, les faits observés lors d'une diffusion entre l'air et l'hydrogène :

TEMPS	H	H″	TEMPS	H	H″
25m	21°,00	21°,17	124m	20°,56	—
35	21,02	21,17	125	20,48	—
38	21,02	21,17	126	20,45	21,30
40	20,80	21,17	127	20,40	—
48	20,61	21,18	128	20,40	—
55	20,53	21,16	130	20,56	21,31
60	20,49	—	132	20,62	21,32
65	20,51	21,15	140	20,75	—
75	20,52	21,16	141	20,77	21,34
82	20,55	21,15	142	20,78	—
86	20,60	21,20	143	20,80	21,33
88	20,60	21,20	144	20,86	—
89	20,60	21,25	145	20,97	21,43
90	20,65	21,25	146	21,00	—
91	20,68	—	147	21,10	21,40
92	20,77	—	149	21,12	21,40
94	20,84	21,24	150	21,14	—
96	20,92	21,23	151	21,06	21,41
98	20,88	21,25	153	21,00	—
104	20,76	21,25	159	20,93	21,42
108	20,72	—	160	20,94	—
112	20,72	21,27	161	20,88	21,42
114	20,70	—	162	20,77	—
119	20,70	21,28	163	20,68	—
121	20,70	—	165	20,56	21,42
122	20,66	—	166	20,46	—
123	20,60	21,28			

A 35m, écoulement d'air dans P et P′, et, en même temps, dans l'espace autour de P. A 60m, on a ajouté de l'acide sulfurique frais sur la ponce. A 82m, on a intro-

duit un appareil desséchant nouveau. La température H a d'abord baissé conformément à ce qui est connu, mais la continuation du courant sec n'a pas provoqué une continuation de la baisse. H″ n'a que très-peu varié. — A 88^{m}, on a fait arriver de l'hydrogène dans P et P″, le courant d'air continuant à l'extérieur de P. On voit une variation $\Delta H = +0^{\circ},32$ en 7 minutes. — A 96^{m}, l'hydrogène a été interrompu et remplacé par l'air; H a cessé de monter et, durant 23 minutes, la température s'est peu à peu abaissée, puis est demeurée plusieurs minutes stationnaire à 20°,70. — A 119^{m}, l'hydrogène a été dirigé dans l'espace entre P et V; pendant ce temps, l'air continuait à circuler à l'intérieur de P et de P′. En 8 minutes, il y eut une variation $\Delta H = -0^{\circ},30$, coïncidant avec une endosmose. — A 127^{m}, l'hydrogène ayant été interrompu, la température cessa de baisser et remonta peu à peu. — A 142^{m}, même circulation qu'à 88^{m}, afin de produire une exosmose. La variation $\Delta H = +0^{\circ},32$ en 5 minutes. — A 149^{m}, le courant d'hydrogène fut interrompu et ce fut de nouveau de l'air qui circula à l'intérieur et à l'extérieur du vase poreux. — A 160^{m}, nouveau courant d'hydrogène par le tube *c* pour produire une endosmose pendant que l'air circulait dans P et P′. La température du vase poreux baissa de 0°,48 en 6 minutes.

Pendant toute la durée de cette expérience, la température du témoin varia peu et lentement. Il y eut un réchauffement progressif de +0°,25. La marche du thermomètre H″, lequel plongeait dans le gaz qui allait circuler dans P, ne permet pas d'admettre que les variations offertes par le thermomètre H du vase poreux soient dues à la température même du gaz.

En voyant les détails qui précèdent, on reconnaît que les variations de température sont en rapport avec le sens de la diffusion et que la température s'élève lorsqu'il y a exosmose, qu'elle s'abaisse, au contraire, lors de l'endosmose.

La diffusion entre l'air et le gaz d'éclairage desséché a donné lieu à des résultats toujours d'accord avec ceux qui précèdent, c'est-à-dire à un réchauffement dans le vase poreux lorsqu'il y a exosmose et à un refroidissement lors de l'endosmose.

Dans une seconde série d'expériences, on a employé des gaz saturés de vapeur d'eau et on les a fait arriver au contact de la paroi poreuse alors que cette paroi elle-même avait été longuement en contact avec des gaz chargés de vapeur. Voici un exemple :

Des courants d'air humide circulèrent à l'intérieur et à l'extérieur du vase poreux. Après 28 minutes, la température de H cessa de s'élever et se maintint pendant dix minutes de 22°,83 à 22°,84. L'air fut remplacé par un courant de gaz d'éclairage ; la température s'éleva aussitôt, en 5 minutes, de 0°,23. L'arrêt du gaz, remplacé par l'air, fit cesser la hausse. — On maintint ensuite, pendant plus d'une heure, des courants d'air à l'intérieur et l'extérieur de P. Le thermomètre H indiquait 22°,77 et était sensiblement invariable ; H″ indiquait 22°,67. Le courant de gaz d'éclairage fut alors dirigé à l'extérieur de P ; il devait donc se produire une endosmose. Le thermomètre H commença immédiatement à baisser et varia de — 0°,27 en 7 minutes. Pendant ce temps, H″ varia de + 0°,02.

Les faits observés lors de la diffusion des gaz humides ont toujours confirmé les variations de température qui s'étaient manifestées avec les gaz secs.

En employant des gaz sans préparation préalable, c'est-à-dire des gaz qui ne sont ni absolument secs, ni saturés, on doit obtenir des résultats dans lesquels l'influence de la diffusion sur la variation de température doit être modifiée par l'action connue et décrite plus haut de la vapeur d'eau. Cette action doit varier suivant que le gaz est plus ou moins chargé de cette vapeur.

Malgré cette circonstance, il est possible de constater sûrement et facilement, même avec des gaz non desséchés et non saturés, les changements de température qui dépendent du sens de la diffusion.

Je citerai comme exemple l'expérience n° 21 du mémoire, expérience qui s'est composée de diverses phases, montrant bien l'influence d'une diffusion plus ou moins active sur la variation de température.

TEMPS	H	TEMPS	H
15m	10°,64	41m	11°,09
20	10,64	42	11,08
24	10,80	45	11,08
26	10,86	46	11,20
32	10,98	47	11,22
33	11,00	48	11,21
34	11,00	49	11,14
35	11,00	50	11,12
36	11,07	52	11,18
37	11,07	53	11,20
39	11,05		

A 20m, on fit passer un courant de gaz d'éclairage dans le vase poreux. L'exosmose a dû bientôt se ralentir parce que le gaz sortant devait demeurer, en partie au moins, près de la paroi extérieure de P où la proportion d'air tendait à diminuer. On voit que la température

monta, puis demeura stationnaire à 11°. — A 35^{m} (le gaz d'éclairage circulant toujours dans un vase poreux) on lança un courant d'air par le tube *c*, de manière à renouveler, autour du vase poreux, l'atmosphère d'air; l'exosmose devait donc redevenir plus active. Le thermomètre monta immédiatement de 0°,07. — A 36^{m}, ce courant d'air fut interrompu ; la température cessa de monter, puis varia peu et lentement de 36 à 45^{m}. Le courant de gaz d'éclairage était entretenu dans le vase poreux. — A 45^{m}, nouveau courant d'air à l'extérieur ; l'exosmose devait se reproduire et la température monta de 0°,12 en une minute.— A 45^{m}, cessation du courant d'air jusqu'à 50^{m}; la température baissa lentement.— A 50^{m}, nouveau courant d'air extérieur suivi d'un accroissement de la température.

Quelques expériences ont été faites en adoptant une disposition qui permettait de voir le fait même de la diffusion et de constater l'*arrivée* des gaz dans les vases poreux ou leur *sortie*, en même temps que les indications du thermomètre.

Des deux tubes *a* et *b* qui aboutissent au vase poreux, l'un, *a*, a été fermé ; l'autre a été mis en communication avec l'une des branches d'un tube en U de large diamètre pourvu d'une petite quantité d'eau dans sa portion courbe inférieure. Il y avait juste assez d'eau pour fermer le tube, mais toute variation de pression entre les deux branches déplaçait le liquide dans un sens ou dans l'autre et le gaz passait sous forme de bulles. La rapidité et l'abondance des bulles permettait de juger de ce qui se passait dans le vase vaporeux, au point de vue de la diffusion. Vu la petite quantité d'eau qui occupait le coude

du tube indicateur U, la pression, dans le vase poreux, ne différait jamais que d'une quantité négligeable de la pression extérieure.

Plusieurs essais, dont je m'abstiens de donner les détails, ont toujours montré un abaissement de la température H pendant que des bulles de gaz, traversant le tube U, indiquaient une endosmose, et au contraire un réchauffement lorsque les bulles, passant en sens opposé, indiquaient une exosmose.

Dans les diverses séries d'expériences dont il vient d'être question, le thermomètre H′ plongé dans l'espace qui entoure le vase poreux n'a offert que des changements peu considérables de température. En général, il s'est lentement élevé pendant la durée de chaque série. Placé à l'extérieur du vase cylindrique P, il n'était rapproché que d'une portion très-restreinte de la paroi poreuse et on comprend que la variation de température devait l'affecter beaucoup moins que le thermomètre H, qui était enveloppé par la paroi, siége de la diffusion. L'influence de la diffusion sur H′ pouvait être assez faible pour être voilée et dissimulée par les autres causes générales (température propre du courant gazeux et de l'ensemble de l'appareil) qui devaient agir sur lui. J'ai cependant, dans plusieurs cas, nettement constaté, grâce à la sûreté des observations avec la lunette et en portant spécialement mon attention sur H′, que ce thermomètre variait de petites quantités et dans un sens justement inverse de celui de H, cela surtout dans les occasions où il y avait une diffusion rapide. Ces variations, souvent inférieures à 0°,01, mais parfois comprises entre 0°,01 et 0°,02, étaient en plus lors de l'endosmose et en moins lors de l'exosmose.

— En examinant les diverses expériences précédemment décrites, on verra d'ailleurs plusieurs cas où cette variation de H′ est bien d'accord avec le sens de la diffusion.

La grandeur de la variation de température qui accompagne la diffusion a été fort différente dans les diverses expériences et il n'est pas possible d'indiquer un chiffre qui exprime quelque chose de précis et de constant. On comprend que cette variation doit dépendre de la quantité de gaz qui diffuse et aussi de la rapidité avec laquelle le phénomène s'accomplit, c'est-à-dire de deux circonstances qui dépendent, à leur tour, de l'abondance des courants gazeux dirigés le long des parois du vase P. On voit, dans les expériences décrites dans le mémoire, de nombreux exemples où la grandeur du changement de température est nettement liée à l'activité de la diffusion. — Si la diffusion est très-lente, le changement de température qui l'accompagne peut être neutralisé par l'influence de la température générale de l'appareil. Cette influence doit d'ailleurs se faire sentir inégalement. Lorsque le vase poreux, ou plutôt seulement sa paroi interne, offre déjà un écart dans un certain sens, toute variation de température tendant à augmenter cet écart doit être un peu affaiblie. — Les variations les plus considérables qui ont été observées l'ont été lors de la diffusion entre l'hydrogène et l'air; elles ont atteint, comme maximum, $+0^{\circ},37$ lors d'une exosmose et $-0^{\circ},48$ lors d'une endosmose.

La diffusion comprenant un double courant, dans deux sens opposés, il est bien probable que la variation de température affecte d'une façon semblable les deux courants gazeux. Sur chaque face de la paroi poreuse, l'un

des gaz tend à réchauffer et l'autre à refroidir. Ce que les expériences précédentes ont pu constater n'est sans doute que la *différence* entre ces deux effets.

On se rend compte, me semble-t-il, des résultats obtenus en se représentant que la diffusion donne lieu à un réchauffement du côté où les molécules gazeuses entrent dans le corps poreux et à un refroidissement du côté où elles en sortent. Comme les deux courants ont une inégale importance et que le gaz le moins dense passe en proportion plus grande que l'autre, on comprend qu'il y ait, en définitive, refroidissement du côté où arrive le courant le plus abondant et réchauffement de l'autre.

Peut-être ces variations de température se rattachent-elles simplement au cas ordinaire du réchauffement ou du refroidissement d'un gaz qui est condensé par une matière poreuse ou qui s'en dégage, comme cela arrive, par exemple, avec la vapeur d'eau en contact avec la matière des vases employés. On peut se représenter que chaque gaz subit une condensation sur la face par laquelle il entre dans la paroi poreuse ; sur l'autre face, il sort en se dilatant. La face d'entrée se réchauffe et la face de sortie se refroidit.

Un thermomètre placé près de la paroi poreuse indiquera naturellement les variations de température de la face qui l'avoisine. Il sera réchauffé ou refroidi par l'effet du rayonnement d'une part, et, d'une autre part, par le contact du gaz qui vient de sortir de la paroi poreuse et qui se mélange avec celui dans lequel le thermomètre est plongé. Dans mes expériences, l'influence du rayonnement des parois pouvait être importante, puisque cette paroi formait une enceinte enveloppant l'instrument, et il est

probable que le gaz seul, à cause de sa faible masse, n'aurait provoqué qu'une variation de température moins grande.

Il est d'ailleurs bien certain que la variation de température accusée par le thermomètre doit être *notablement plus faible* que celle que subit réellement le gaz qui diffuse. Cette variation de l'instrument dépend, on le sait, de la masse et des chaleurs spécifiques des corps qui sont en présence.

La diffusion entre l'air et l'acide carbonique est beaucoup plus lente que celle qui se produit entre ce premier gaz et l'hydrogène ou le gaz d'éclairage. Comme l'air y joue le rôle de gaz le moins dense, j'ai fait de nombreux essais pour observer les variations de température qui se produisent alors. Les résultats ont toujours été conformes à la règle qu'il y a réchauffement du côté où entre le courant le plus abondant et refroidissement du côté opposé. Ces résultats sont tels cependant que, à eux seuls, ils ne peuvent pas être donnés comme une *preuve* de la règle en question.

Je suis obligé de renvoyer au mémoire pour le détail des expériences faites avec l'acide carbonique, je me bornerai à dire que, d'après les résultats, on peut soupçonner l'intervention d'une cause générale qui vient s'ajouter, avec une importance prépondérante, à l'effet produit par une diffusion toujours peu active. Cette cause pourrait être un réchauffement de la matière poreuse quand elle est soumise à un courant d'acide carbonique, que ce courant soit intérieur ou extérieur au vase poreux, réchauffement qui n'a pas lieu ou qui est plus faible quand c'est l'air qui circule.

L'ensemble des faits observés lorsqu'il y a diffusion sans changement de pression conduit aux conclusions suivantes :

V. Lorsque l'air d'une part, l'hydrogène ou le gaz d'éclairage d'une autre part, sont en contact avec les deux faces de la paroi poreuse, la diffusion qui se produit provoque une variation de température, mais une variation de signe différent de part et d'autre de la paroi diffusante.

VI. Il y a abaissement de température du côté où se trouve le gaz le plus dense, par conséquent du côté où arrive le courant le plus abondant. Il y a, au contraire, élévation de température du côté opposé.

VII. Ces variations de température ont été constatées lorsque les gaz prenant part à la diffusion sont desséchés aussi bien que quand ces gaz sont chargés de vapeur d'eau. — Lorsque les gaz sont employés sans dessication et sans humidification préalables, la diffusion donne nettement lieu aussi à la variation de température indiquée ci-dessus. Seulement alors, il est probable que cette variation est influencée par la présence de la vapeur d'eau.

VIII. La grandeur de la variation de température qui accompagne la diffusion a été différente dans divers cas et suivant la disposition particulière des expériences. Elle a toujours paru plus grande lorsque la diffusion est plus abondante et plus active.

IX. On se rend convenablement compte des faits constatés en supposant que, dans la diffusion, chaque courant gazeux produit un réchauffement du côté où il entre dans la paroi poreuse et un refroidissement du côté où il sort. Ces courants, ayant une importance inégale

dépendant de leur densité (loi de Graham), on comprend qu'il y ait, en définitive, réchauffement sur l'une des faces de la cloison diffusante et refroidissement sur l'autre.

Diffusion avec changement de pression.

Des expériences préliminaires ont eu pour but de savoir dans quelle mesure les changements de pression seuls influent sur les indications du thermomètre H. Il se produit une légère déformation de la cuvette du thermomètre, puis une variation de la température du gaz qui entoure l'instrument. Ces expériences ont montré que la déformation de la cuvette correspond à peu près à $\pm 0^{\circ},02$ pour des variations de pression de 100^{mm} de mercure et une correction convenable a été, par suite, apportée aux indications de l'instrument. Quant au réchauffement ou au refroidissement dû à la compression ou à l'expansion du gaz renfermé dans le vase P, ils ont été trouvés de $0^{\circ},08$ à $0^{\circ},11$ pour des changements de pression de 50 à 80^{mm}. Cette variation accusée par le thermomètre est beaucoup plus faible que celle que doit subir réellement le gaz comprimé ou dilaté. — Supposons l'air à 15° et à 720^{mm} de force élastique. En appliquant une formule connue de la théorie mécanique de la chaleur, on trouve qu'une augmentation de pression de 60^{mm} provoquerait une variation de température de $+6^{\circ},8$ s'il n'y avait aucune soustraction de chaleur durant le changement de pression. Ce chiffre est très-supérieur à ce qui a été réellement observé à cause de la chaleur absorbée par les parois du vase et par la substance du thermomètre dont les masses sont considérables comparés à celle du gaz comprimé.

Dans les phénomènes de diffusion il doit évidemment

y avoir aussi une grande différence entre les changements de température accusés par le thermomètre et ceux que subissent réellement les gaz qui diffusent.

Les expériences où la diffusion s'accompagne d'un changement de pression ont été exécutées avec le vase P, installé comme il a été dit précédemment et mis en communication avec un manomètre à air libre. Lorsque P communiquait avec le manomètre, par le tube *b*, pendant toute la durée d'une expérience, le tube *a* était maintenu fermé et l'on faisait arriver le gaz uniquement le long de la paroi extérieure du vase poreux. Voici alors comment les phénomènes se succédaient :

Un courant d'hydrogène, par exemple, arrive dans l'espace entre P et V ; il y a endosmose et la pression dans le vase P augmente rapidement et, en moins d'une minute généralement, atteint son maximum. Comme l'air contenu dans le vase poreux sort aussi en partie, l'atmosphère intérieure s'enrichit de plus en plus d'hydrogène et la diffusion diminue. L'équilibre intérieur et extérieur des pressions tend à se rétablir à cause de la porosité des parois et le manomètre baisse, se rapprochant lentement du 0. Si l'on interrompt le courant d'hydrogène, les parties de ce gaz contenues entre P et V se dégagent bientôt à cause de leur légèreté et cet espace se remplit naturellement d'air. Il se produit alors une exosmose de l'hydrogène qui était entré dans P lors de la première phase de l'expérience ; la pression devient inférieure à la pression extérieure, le manomètre descend au-dessous de 0 et atteint un minimum qui correspond au moment où l'hydrogène qui sort est égal à l'air qui rentre.

L'atmosphère intérieure du vase poreux, devenant de moins en moins différente de l'atmosphère extérieure, la

diffusion diminue et le manomètre remonte jusqu'à ce que les pressions intérieure et extérieure soient équilibrées. — Si, à un moment donné, on remplace le courant d'hydrogène extérieur par un courant d'air, on rend plus active l'exosmose de l'hydrogène entré dans le vase P et on provoque une baisse plus rapide du manomètre.

Il va de soi que les diverses phases qui viennent d'être indiquées se succèdent plus ou moins rapidement suivant l'abondance du courant d'hydrogène qui vient s'écouler autour du vase poreux, suivant que cet hydrogène peut plus ou moins promptement s'éliminer de l'espace entre P et V lorsque le courant est interrompu et enfin suivant la présence ou l'absence d'un courant extérieur d'air après que le flux d'hydrogène a cessé.

Je citerai, comme premier exemple, l'expérience n° 34 du mémoire :

Expérience 34me.— On trouvera la suite des résultats obtenus dans le tableau ci-après, qui doit être accompagné des explications suivantes : A 1^m, le courant d'hydrogène fut amené dans l'espace extérieur au vase poreux; la pression augmenta rapidement jusqu'à un maximum de 88^{mm}. A ce moment, $\Delta H = +0^o,02$. Le courant d'hydrogène fut alors interrompu et remplacé par un faible courant d'air; la pression diminua et il se produisit une variation $\Delta H = -0^o,14$ pendant que le manomètre revenait à 0^{mm}. La pression continua à diminuer; elle atteignit rapidement un minimum de 70^{mm} et la variation ΔH fut $-0^o,01$. La pression redevint lentement normale avec une variation $\Delta H = +0^o,19$. Après quelques moments d'arrêt, on répéta, à 6^m 30^s ces diverses opérations; mais le courant d'air fut lancé seule-

ment à 8^m 30^s. Les changements de pression et de température se succédèrent d'une manière analogue. — A 12^m 30^s, nouvelle série encore semblable. — Enfin, à 17^m eut lieu une quatrième série qui fournit des résultats pareils à ceux des séries précédentes.

TEMPS	PRESSION	H	H'
0^m	0^m	11°,60	11°,62
1	0	11,60	11,62
1-35^s	+88	11,62	11,62
2-20	0	11,48	—
2-50	—70	11,47	—
3-30	—20	11,63	11,68
5	0	11,66	—
6	0	11,67	—
6-30	0	11,66	11,68
7	+86	11,69	—
7-30	+50	11,65	—
8-30	0	11,55	11,90
8-50	—70	11,55	—
9	—81	11,55	—
10-20	— 5	11,74	11,91
11	0	11,75	—
12-30	0	11,73	11,92
13	+85	11,74	—
13-50	+10	11,60	—
14-20	0	11,58	11,94
14-45	—72	11,61	—
15-40	— 4	11,79	—
16-30	0	11,80	11,96
17-00	0	11,80	11,96
17-45	+55	11,80	—
18-30	0	11,68	—
19-00	—44	11,67	11,98
22-00	0	11,77	11,98

Les variations de température observées pendant l'en-

dosmose et l'accroissement de la pression ont été +0°,02; +0°,03 : +0°,01 ; 0°,00 ; lors du retour de la pression à l'équilibre : —0°,14 ; —0°,14 ; —0°,16 et —0°,12 ; lors de l'exosmose avec diminution de pression : —0°,01; 0°,00; +0°,03 ; —0°,01 ; lors du retour à l'équilibre, après l'exosmose : +0°,19 ; +0°,20; +0°,19; +0°,10.

Diverses expériences, présentant des phases semblables à la précédente, ont toujours fourni des résultats analogues.

Les variations de température du vase poreux pendant l'endosmose ou l'exosmose apparaissent ici tout autres que ce qui a été observé lorsque le phénomène se produit sans changement de pression. Cependant, en examinant de près comment les variations de température se succèdent dans les diverses phases de l'expérience, on arrive à s'en rendre compte d'une manière qui me paraît satisfaisante en admettant que le changement de température dû à la diffusion est conforme aux règles trouvées précédemment, mais que ce changement est en conflit avec celui qui résulte de la compression ou de l'expansion du gaz renfermé dans le vase poreux. Voici probablement ce qui se passe :

Au moment où l'hydrogène, par exemple, entre par diffusion, ce gaz et la face intérieure du vase poreux se refroidissent conformément à la loi connue; mais, en même temps, la pression augmente dans l'appareil et, pour ce motif, l'ensemble du gaz qui y est contenu se réchauffe. Les couches enveloppant le thermomètre sont comprimées et leur réchauffement tend à élever la température de l'instrument; d'une autre part, l'hydrogène arrivant par endosmose et le rayonnement des parois internes du vase

tendent à s'abaisser. Le résultat final est, dans la plupart des cas au moins, un faible réchauffement. Mais, dès que la pression cesse d'augmenter, qu'elle diminue au contraire, le refroidissement dû à l'expansion vient ajouter son influence au refroidissement qui provient des parois du vase et des couches d'hydrogène qui n'avaient pas encore circulé jusque vers la cuvette du thermomètre. C'est alors que se produit un abaissement prononcé de la température. On peut se représenter, en résumé, que le réchauffement dû à la compression est compensé par le refroidissement dû à l'expansion qui succède immédiatement; il reste comme résultat final, quand la pression est redevenue ce qu'elle était à l'origine, le refroidissement dû à l'endosmose de l'hydrogène.

Lorsque le vase poreux est rempli d'hydrogène et qu'on fait arriver un courant d'air à l'extérieur, il se produit des phénomènes inverses, mais analogues. Lors de l'exosmose, il y a réchauffement sur la face interne de P ; mais en même temps l'expansion du gaz tend à abaisser la température; le résultat accusé par le thermomètre H est tantôt nul, tantôt une faible variation, le plus souvent en moins. Mais l'atmosphère du vase poreux s'étant appauvrie en hydrogène et, au contraire, accrue d'air atmosphérique, l'exosmose devient de plus en plus faible et ne compense pas le retour de l'air pour rétablir l'équilibre. La pression augmente et, sous cette influence-là, augmentée du rayonnement de la paroi interne du vase poreux, le thermomètre s'élève. Ici encore, on peut se représenter que la variation de température due à l'expansion du gaz est compensée par une variation inverse lors du retour de la pression. Il reste alors, comme effet final, le réchauffement dû à l'influence connue de l'exosmose.

Il est à remarquer que les variations accusées par le thermomètre, dans les diverses phases d'une expérience, doivent dépendre de la rapidité avec laquelle ces phases se succèdent, parce que la masse de la paroi poreuse tend à prendre de la chaleur ou à en céder au gaz qui remplit le vase P. Si la cause qui fait varier la température de ce gaz agit rapidement, cette influence de la matière poreuse sera moins sensible et le thermomètre variera davantage. Il est probable également que les deux causes opposées qui agissent sur la température, lors d'une endosmose, par exemple, ne font pas sentir leur action simultanément sur le thermomètre. L'arrivée des premières traces de l'hydrogène provoque un accroissement immédiat de pression dans *tout* l'intérieur du vase poreux, donc dans les couches qui entourent le thermomètre. On comprend que la température indiquée par l'instrument s'élève parce qu'il n'a pas encore été touché par des courants d'hydrogène plus froids, ou parce que la paroi intérieure un peu refroidie du vase poreux n'exerce son action qu'avec un certain retard relativement à l'influence de la compression de l'air. Des remarques analogues s'appliquent aux phénomènes qui se produisent lors de l'exosmose.

Je rapporterai encore, comme exemple, les expériences n°s 36 et 37 qui confirment les résultats déjà indiqués, ainsi que les considérations qui précèdent.

Expérience 36me. — L'appareil étant au repos, la température étant constante depuis plusieurs minutes,

	PRESSION	H
on observe.	0^{mm}	11°,84

Un courant d'hydrogène est dirigé dans l'espace extérieur au vase poreux, puis conservé sensiblement constant;

	PRESSION	H
au bout d'environ 40 secondes, on a	$+82^{mm}$	11°,87
La pression n'avait pas encore baissé que le thermomètre fléchissait déjà et marquait		11°,86
Puis on observa.	$+50^{mm}$	11°,78
	$+10^{mm}$	11°,76

Ainsi, le maximum de température n'est pas nécessairement lié au maximum de pression, et on voit que le refroidissement a été prononcé surtout dans les premiers moments après le maximum.

La pression demeura environ 2 minutes égale à celle de l'air ambiant; pendant ce temps le thermomètre varia peu; il monta de 0°,02 à 0°,03. Le courant d'hydrogène fut seulement alors interrompu et remplacé par un abondant courant d'air. En quelques secondes, il y eut une rapide exosmose avec raréfaction de l'intérieur de P, et

on observa.	-60^{mm}	11°,78

Ici donc, pendant l'exosmose, il n'y eut à peu près pas de variation de température. Pendant le retour de la pression, le réchauffement fut très-prononcé, on

observa	-40^{mm}	11°,88
puis, lorsque la pression fut équilibrée	0^{mm}	11°,94

On vient de voir que lors de l'endosmose avec augmentation de la pression, le thermomètre H commença sûrement à baisser avant que le manomètre eût quitté son point maximum. Un fait analogue a été constaté souvent lorsque l'exosmose, avec raréfaction du gaz, provoquait une légère baisse du thermomètre. La température commençait à s'élever avant que la colonne mercurielle du manomètre accusât un accroissement de la pression. Ces faits se comprennent très-bien si l'on admet que le réchauffement dû à la compression, par exemple, est par-

tiellement compensé par le refroidissement dû à l'endosmose ; que cette seconde cause de variation de température agit sur le thermomètre un peu en retard sur la première ; mais que, dès qu'il n'y a plus accroissement ou accroissement un peu rapide de la pression, l'effet produit par l'endosmose devient prépondérant.

Expérience 37me. — Les deux thermomètres H et H′ indiquaient 10°,88. Un courant d'hydrogène fut dirigé à travers le vase poreux, qui ne communiquait pas encore avec le manomètre, et un courant d'air dans l'espace extérieur à P. Il se produisit une exosmose sans différence de pression ; après une demi-minute, on observa : H=11°,00; après une minute, H=11°,08. Les gaz continuant à circuler, la température s'éleva encore, quoique plus lentement, et, après trois minutes, on observe H=11°,21. Il y a donc eu là le réchauffement connu et prononcé accompagnant l'exosmose sans variation de pression. Pendant ces trois minutes, H′ baissa de 0°,02, ce qui est bien conforme aux lois déjà indiquées. A 3m, le courant d'hydrogène fut arrêté et le vase poreux relié immédiatement au manomètre. Il devait donc se produire une exosmose avec diminution de pression. En 50 secondes la pression baissa de 80mm ; H indiqua 11°,18, variant ainsi de —0°,03. L'exosmose ayant cessé, le manomètre remonta ; après deux nouvelles minutes, la pression était équilibrée et H était arrivé à 11°,25, montant ainsi de 0°,07. Cette dernière hausse est faible ; mais H était déjà sûrement supérieur à la température générale de l'appareil et, par conséquent, son réchauffement devait être affaibli.

On peut résumer comme suit ces derniers faits relatifs à la diffusion avec changement de pression.

X. Lorsque l'endosmose d'un gaz plus léger s'accompagne d'un accroissement de pression dans le vase poreux, la température ne varie que très-peu et plus généralement augmente pendant l'endosmose.

XI. Pendant que le manomètre baisse après avoir atteint son maximum et que les pressions tendent à s'équilibrer, la température diminue plus ou moins rapidement et d'une quantité relativement considérable.

XII. Lorsque l'exosmose d'un gaz plus léger donne lieu à une diminution de pression dans le vase poreux, la température ne varie que très-peu et plus généralement elle diminue pendant l'exosmose.

XIII. Pendant que le manomètre remonte après avoir atteint son maximum, et que les pressions tendent à s'équilibrer, la température augmente plus ou moins rapidement et d'une quantité relativement considérable.

XIV. Cette marche de la température, lorsque la diffusion s'accompagne d'un changement de pression, s'explique convenablement en admettant que la variation thermique due à la diffusion est conforme aux lois précédemment indiquées, et qu'elle s'ajoute, mais avec un certain retard, à la variation provoquée par la compression ou la raréfaction du gaz qui entoure le thermomètre.

Appendice.

Lors de la réunion de la Société helvétique des Sciences naturelles à Fribourg, en août 1872, j'ai fait connaître, dans une courte communication verbale, quelques-uns des faits indiqués dans le présent mémoire. Les *Archives des Sciences physiques et naturelles* de Genève (numéro de septembre 1872) les ont signalés dans leur compte rendu de cette réunion.

Quelques temps après, M. W. Feddersen, de Leipzig, a publié (*Pogg. Annalen*, CXLVIII, p. 302, année 1873), une note dans laquelle il annonce que la connaissance de mes résultats l'a engagé à reprendre des expériences déjà commencées par lui sur la question de savoir si l'inégalité de température des deux faces d'une cloison poreuse ne peut pas devenir une cause de diffusion dans un seul et même gaz. L'auteur cite des essais où il employa comme corps poreux de l'éponge de platine, du gypse, du charbon, etc., et dans lesquels un *courant allant de la face froide à la face chaude du corps poreux* s'est nettement produit. Il propose le mot de *thermo-diffusion* pour désigner cet important phénomène.

M. Feddersen termine sa note par la remarque suivante : « Dans les expériences de M. Dufour, on observe une différence de température due à la diffusion ; dans les miennes, une diffusion due à une différence de température et se produisant dans un sens tel que cette différence tend, en appliquant les lois indiquées par M. Dufour, à devenir plus faible. Il y a donc, dans ces phénomènes, une sorte de réciprocité tout à fait semblable à cette réciprocité déjà connue entre la chaleur et l'électricité qui se manifeste dans les courants thermo-électriques (analogue : thermo-diffusion) et dans le réchauffement des soudures de Peltier (analogues : expériences de M. Dufour). »

NOTE

SUR

UNE PRÉTENDUE CONNEXION

ENTRE LES

ÉCLIPSES SOLAIRES ET LE MAGNÉTISME TERRESTRE

Par le P. François DENZA
Directeur de l'Observatoire royal de Moncalieri.

C'est une question fort controversée de savoir si les éclipses de Soleil ont oui ou non de l'influence sur le magnétisme terrestre, ou plutôt sur les variations de l'aiguille aimantée ; les différents savants qui s'en sont occupés ont émis sur ce point les opinions les plus diverses, parfois même les plus opposées.

Lors de l'éclipse totale de Soleil du 22 décembre 1870, des observations sur la déclinaison magnétique furent faites soit à Terranova en Sicile, dans la zone même de la totalité et près de la ligne centrale, soit dans d'autres stations répandues d'une extrémité à l'autre de la péninsule italienne, et à différentes distances de cette ligne. Ces observations parurent être favorables à l'opinion qui admet une relation entre ces deux ordres de faits.

En effet, on observa alors dans les différentes stations italiennes situées dans la zone de totalité et au dehors de cette zone, un déplacement particulier de l'aiguille magnétique qui parut s'accorder avec les phases de l'éclipse, soit pour le temps, soit pour l'intensité ; car depuis midi et demi jusqu'à deux heures du soir environ, l'aiguille, au lieu de continuer sa route ordinaire vers l'occident, comme

pendant les autres jours, rétrograda vers l'orient, et cela plus ou moins, selon les localités. Plusieurs auteurs ont cru voir dans ces faits une preuve suffisante de l'influence des éclipses de Soleil sur l'aiguille magnétique, et se sont empressés de conclure que, non-seulement on avait obtenu un nouveau et important résultat scientifique, mais qu'on avait encore fait un pas marqué dans l'étude du magnétisme terrestre.

D'autres, au contraire, n'ont point adopté cette manière de voir, et ont émis des doutes sur la véritable cause de ce mouvement de l'aiguille. Moi-même qui ai eu l'honneur de faire partie de la commission italienne nommée pour l'étude de cette éclipse, je fus dès lors favorable à l'opinion qui attribuait cette anomalie de la déclinaison magnétique non à l'éclipse, mais aux tempêtes qui se faisaient sentir avec violence dans les régions italiennes au jour et à l'heure même de l'éclipse.

Ces conclusions opposées furent le point de départ d'une série d'études très-intéressantes faites sur cet important sujet par des savants d'un grand mérite. M. Schiaparelli, directeur de l'observatoire de Milan, M. Michez, directeur de l'observatoire de Bologne, trop vite enlevé à la science, enfin M. Fearnley, professeur à l'Université de Christiania, ont abouti, après de soigneuses recherches, à des résultats différents de ceux dont on s'était trop hâté de conclure. M. Schiaparelli, d'après l'examen des observations magnétiques faites à l'observatoire de Greenwich, sur cinq éclipses totales différentes, comprises entre 1842 et 1860, ne put trouver aucune connexion entre les éclipses solaires et le mouvement de l'aiguille magnétique. M. Michez, après une pénible et savante discussion des observations magnétiques faites au même observatoire

de Greenwich pour quarante-trois éclipses de Soleil, observées de 1842 à 1867, se montra disposé à admettre qu'il pût exister quelque rapport, très-incertain toutefois, entre ces deux ordres de faits. Il reconnut en effet une altération faible, il est vrai, et variable dans le mouvement de l'aiguille de déclinaison aux époques de ces éclipses. M. Fearnley se déclara aussi en faveur de cette relation, mais en partant d'un fait de nature tout à fait opposée à celui qu'on avait constaté lors de l'éclipse de l'an 1870. En effet, ayant examiné le mouvement de l'aiguille magnétique, observé à Christiania, de dix en dix minutes, le 7 juillet 1842, où il y eut une éclipse totale de Soleil en Italie, observa qu'en ce jour-là le mouvement de l'aiguille présenta une régularité tout à fait exceptionelle dont on peut, avec beaucoup de vraisemblance, voir la cause dans l'éclipse solaire. Dans l'intervalle compris entre le premier et le dernier contact de la terre avec l'ombre lunaire, il y a eu une période de repos extraordinaire. Ainsi le physicien norwégien, pour rendre raison de deux phases si opposées dans les mouvements magnétiques, observés en deux éclipses différentes et totales du Soleil, prétend que le renversement du mouvement de l'aiguille, remarqué dans la zone de la totalité, ou tout près d'elle, pendant l'éclipse du 22 décembre 1870, dérive d'une action locale de l'ombre lunaire, et, par conséquent, se manifeste seulement près de la ligne centrale ; tandis que la cessation des anomalies ordinaires, accompagnée d'un repos singulier, observée loin de la zone de totalité, dans l'éclipse du 7 juillet 1842, serait produite par l'action de l'ombre lunaire sur l'état magnétique de toute la terre, et, par conséquent, on doit l'observer en particulier à grande distance de la ligne

centrale où le premier effet n'est plus sensible. Ces résultats, si différents et si incertains, montraient impérieusement la nécessité de reprendre cette question lors des prochaines éclipses et de la soumettre à des recherches ultérieures d'une extrême exactitude, pour étudier d'une manière plus rationnelle et plus sûre, un sujet qui pourrait, sans aucun doute, être fécond en résultats importants. Et ces recherches ne manquèrent pas.

Parmi les éclipses de Soleil qui ont eu lieu depuis celle de 1870, c'est-à-dire de 1871-1873, la plus importante, soit pour la durée, soit pour les circonstances favorables dans lesquelles on pouvait l'observer, a été certainement l'éclipse du 11 décembre 1871, qui devait être totale dans l'Inde, à Ceylan et dans l'Australie, et, par conséquent, en partie boréale et en partie australe. Elle fut étudiée avec d'excellents résultats par divers astronomes.

Il était très-important de vérifier dans cette occasion solennelle :

1° Si dans la zone de totalité l'aiguille de déclinaison montrerait les mêmes déplacements qu'en 1870.

2° Quelles seraient les phases des mouvements magnétiques au dehors de cette zone.

Une série d'observations exactes de la déclinaison magnétique fut exécutée dans la zone de totalité et tout près d'elle, savoir dans l'île de Java, à Batavia, à Buitenzorg, par les soins de M. Bergsma, directeur de l'observatoire de Batavia. Les résultats de ces observations furent insérés dans le tome LXXIV, p. 1466, des *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris.*

M. Bergsma en déduisit que l'éclipse de Soleil du 12 décembre 1871 n'a pas exercé la moindre influence sur

l'aiguille aimantée, ni dans la zone de la totalité ni auprès d'elle.

Il était aussi important de voir si cette éclipse montrerait quelque influence sur l'aiguille magnétique dans les régions éloignées de la zone de totalité. C'est à quoi répondent les observations magnétiques que l'on fit en Italie dans cette occasion, c'est-à-dire à Rome, Florence, Moncalieri, Milan, stations très-adaptées pour cette recherche.

J'ai fait tout récemment une discussion exacte et détaillée des observations de la déclinaison magnétique faites dans l'observatoire de Moncalieri, depuis le 10 décembre à minuit jusqu'au 12 du même mois à minuit, de quinze en quinze minutes pendant tout ce temps, et de cinq en cinq minutes pendant la durée de l'éclipse, c'est-à-dire le 12 de deux heures à sept heures et demie du matin. Et, afin d'obtenir des résultats plus sûrs, j'ai institué une comparaison exacte entre ces observations et celles qui furent faites dans cet observatoire pendant quarante-huit autres jours différents (espacés de quinze en quinze) pendant les années 1871-1872, chaque fois pendant vingt-quatre heures de suite, et toujours de quinze en quinze minutes.

Or, de toutes ces discussions, résultent les faits suivants :

1° Le 11 décembre 1871, la déclinaison magnétique n'a pas subi de changements sensibles dans ses phases diurnes, soit pendant la phase de la totalité de l'éclipse, soit après elle, dans la station de Moncalieri, placée à 85°,21′ de longitude ouest et à 76°,31′ au nord de la région où commença l'éclipse centrale.

2° Il y eut une légère inversion vers l'orient dans le

mouvement de l'aiguille de déclinaison le jour de l'éclipse; mais ce n'est pas la seule, ni la plus forte, observée aux mêmes heures, pendant les quarante-huit jours d'observations que nous avons entrepris d'examiner. Ainsi on ne peut l'attribuer, avec certitude, à l'influence de l'éclipse.

3° L'aiguille de déclinaison, soit à Moncalieri, soit aux autres stations italiennes, persista dans une tranquillité extraordinaire le jour du 11 décembre 1871, surtout pendant le temps que dura le phénomène, et quelques heures avant et après.

Cependant l'examen des autres jours de comparaison, démontre que les périodes, même longues et tout aussi singulières de repos magnétique, ne sont point très-rares. On trouve des jours rapprochés de celui de l'éclipse, le 21 décembre 1871, par exemple, et le 7 janvier 1872, où le repos de l'aiguille fut plus grand et plus prolongé que le jour de l'éclipse. Ainsi on a toutes sortes de raisons d'admettre que les mêmes causes qui ont laissé le déclinomètre dans un repos prolongé, pendant les trois jours mentionnés, ont aussi agi sur ce dernier le jour de l'éclipse, sans être obligé de recourir à l'influence de l'ombre lunaire, comme M. Fearnley.

J'ai fait remarquer que, pendant plusieurs jours, sur les quarante-huit jours d'observations, on eut un écart de même nature que celui qu'on observa le jour de l'éclipse de 1870. En effet, l'examen attentif des observations de ces jours, montre clairement ce qui suit :

1° Les écarts de l'aiguille, remarqués pendant ces jours, sont tous vers l'est, comme celui du 22 décembre 1870 ; et tous, excepté celui du 10 décembre 1871, sont plus grands que celui-ci.

2° A l'exception de trois de ces écarts (28 avril et 10 décembre 1871, 3 février 1872) qui eurent lieu pendant la nuit, tous les autres arrivèrent pendant les heures de l'après-midi; trois (le 17 février, le 3 décembre 1872 et le 5 février 1873) à peu près à la même heure que le 22 décembre 1870, c'est-à-dire près de l'heure du maximum diurne de déclinaison, et, par conséquent, ont altéré le mouvement diurne du déclinomètre vers l'occident. Les autres (2 et 20 mars 1872, 10 et 25 janvier 1873) ont été observés un peu plus tard.

3° Tous les mouvements irréguliers de l'aiguille ont eu lieu pendant les mois d'hiver, ou de printemps, au plus tard, c'est-à-dire à peu de distance du mois de décembre, et quelques-uns dans ce mois même.

4° La plupart de ces écarts arrivèrent les jours de bourrasques ou d'aurores boréales, comme le 22 décembre 1870. C'est pourquoi l'on peut avec raison établir que la coïncidence, quoique pas de toute rigueur, observée en ce jour solennel, entre le déplacement de l'aiguille et les phases de l'éclipse, doit être regardée comme tout à fait fortuite; et que, par conséquent, la perturbation de la déclinaison magnétique doit être attribuée à des causes électro-atmosphériques, indépendantes du fait cosmique de l'occultation du disque solaire.

Cependant, il ne serait pas improbable que l'avancement de l'ombre lunaire puisse avoir, dans ce cas, quelque influence indirecte sur le déplacement auquel l'aiguille se montrait déjà disposée pour d'autres causes. En effet, il résulte évidemment de l'examen des observations météorologiques faites dans la zone de la totalité le 22 décembre 1870, avant, pendant et après l'éclipse que, pendant le phénomène, et surtout dans la plus grande phase,

le courant d'air froid qui en ce jour était très-fort, devint plus rigoureux et plus impétueux et l'humidité s'accrût en de grandes proportions. Or, il est probable que ces changements dans l'état thermique et hygrométrique de l'air, peuvent avoir influé partiellement sur les mouvements de l'aiguille et les avoir rendus plus forts qu'à l'ordinaire.

Dans l'éclipse partielle de Soleil, du 26 mai dernier, nous ne manquâmes pas de suivre presque continuellement les mouvements de l'aiguille de déclinaison. On fit en effet des observations simultanées de la déclinaison magnétique, aux trois stations italiennes d'Aoste, Moncalieri et Florence, pendant neuf jours consécutifs, c'est-à-dire quatre jours avant et quatre jours après le 26 mai, qui fut celui de l'éclipse, depuis le 22 jusqu'au 30 mai 1873.

Les observations furent faites à chaque station et chacun de ces jours-là, de quinze en quinze minutes, depuis quatre heures du matin jusqu'à deux heures quinze minutes du soir. Ces heures comprenaient, outre le temps de l'éclipse, quatre heures avant et quatre heures après l'instant de la plus grande obscurité. Le jour de l'éclipse on fit les observations pendant vingt-quatre heures consécutives, c'est-à-dire du 25 mai à minuit au 26 à minuit, et toujours de quinze en quinze minutes au moins; pendant la durée de l'éclipse, et tout près d'elle-même, on exécuta les observations de cinq en cinq minutes.

Or, d'après la discussion détaillée que j'ai faite de cette nombreuse série d'observations des trois stations italiennes, ce qu'on avait déjà déduit des observations sur les éclipses précédentes, est entièrement prouvé. En effet, dans les trois stations, le mouvement du déclinomètre le

jour de l'éclipse ne fut pas différent de celui des autres jours d'observation, et les variations de la déclinaison magnétique eurent lieu comme dans les jours qui précédèrent et suivirent le 26; et, en général, comme en tout autre jour normal. Ainsi, on put, cette fois aussi établir avec fondement que l'éclipse partielle de Soleil du 26 mai 1873 n'exerça aucune influence sensible sur l'aiguille de déclinaison, soit pour ce qui regarde son mouvement diurne régulier, soit pour ce qui se rapporte aux valeurs absolues de ses déplacements.

Il suit de là que les hypothèses et les théories admises par d'autres sur l'influence combinée du Soleil et de la Lune, soit dans les éclipses, soit dans les conjonctions ordinaires de ces deux astres sur le magnétisme terrestre, perdent toute valeur et la *connexion entre ces deux ordres de faits cosmiques, n'est aucunement démontrée par les observations faites jusqu'ici.*

Observatoire de Moncalieri, 1er janvier 1874.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

H. Streintz. Modification apportée par le passage du courant a la longueur d'un fil conducteur. (*Sitzungsber. d. Wiener Akad. der Wissensch.*, vol. LXVII, avril 1873; *Pogg. Annalen*, 1873, tome CL, p. 368.)

Divers physiciens se sont occupés des modifications que le passage d'un courant électrique peut apporter à l'état moléculaire d'un fil conducteur qu'il parcourt; Wertheim avait cru reconnaître que la transmission du courant modifie l'élasticité du fil conducteur, M. Edlund[1], au contraire, démontra dans une série d'expériences très-précises que l'élasticité du fil n'est pas modifiée, mais bien son allongement, lequel, sous l'action du courant, se trouve être plus considérable qu'il ne devrait l'être par le seul fait de l'élévation de température résultant du passage de l'électricité. C'est à cet excès de dilatation que devrait dès lors être attribué le résultat obtenu par Wertheim, non à un changement du coefficient d'élasticité. M. Edlund faisait deux évaluations de la température du fil, l'une calculée en partant de la relation préalablement établie entre la résistance galvanique de ce conducteur et sa température, l'autre déduite de l'allongement du fil mesuré directement et de son coefficient de dilatation également connu, or cette seconde manière d'évaluer la température lui donna constamment des chiffres plus élevés que la première; il en conclut que le courant produit un allongement spécial du fil conducteur qui s'ajoute à la dilatation résultant de l'élévation de température. C'était là une méthode détournée; une des deux quantités à comparer entre elles, sa-

[1] Voyez *Archives*, 1866, tome XXVII, p. 269.

voir l'allongement à égale température sans courant n'étant pas mesurée directement.

M. Streintz a repris cet important sujet en vue de trancher définitivement, par l'emploi d'une méthode plus directe que celle de M. Edlund. la question pendante entre lui et Wertheim, et de faire une mesure exacte de l'*allongement galvanique* pour différents métaux.

Pour apprécier exactement la température qui doit être la même avec ou sans le passage du courant. l'auteur enveloppe le conducteur, de distance en distance, d'une mince couche de stéarine et fait croître graduellement l'intensité du courant jusqu'à ce que les anneaux de stéarine commencent à fondre sur les bords. Pour amener le fil sans courant à la même température, il le plonge dans une couche de stéarine entrant en fusion. La stéarine employée présentait un point de fusion fixe de 55°.5 C.: l'auteur démontre que l'erreur possible dans l'évaluation de la température du fil ne dépassait pas 0°,5 C. Le courant était fourni par une pile de 6 à 12 éléments de Smee: un rhéostat servait à en régler l'intensité; celle-ci était mesurée à l'aide d'une boussole des tangentes.

Une première série d'expériences a été consacrée à la comparaison du coefficient d'élasticité de torsion d'un certain nombre de fils métalliques à la même température avec et sans courant. Nous n'insisterons pas sur cette série qui a été faite avec une balance de Coulomb; elle a établi que le passage du courant ne modifie point, comme l'avait admis Wertheim, l'élasticité d'un fil conducteur.

Pour mesurer les allongements des fils métalliques soumis à l'expérience, M. Streintz les maintenait entre deux pointes d'acier, portées aux deux extrémités de deux petits leviers pressant légèrement les deux bouts du fil et dont on mesurait exactement le déplacement à l'aide de deux petits miroirs placés dans le prolongement de leur axe de rotation. On vise avec une lunette les divisions d'une règle graduée qui sont

réfléchies par les deux miroirs, et de cette lecture on déduit exactement le déplacement des deux extrémités du fil, étant connu : 1° les distances des pointes d'acier aux axes de rotation des leviers ; 2° les distances des miroirs à la règle graduée.

Les observations ont porté sur des fils de laiton, de cuivre, de platine, de fer et d'acier, ayant un demi-millimètre environ de diamètre et 530^{mm} à 535^{mm} de longueur. Tous ces fils, excepté ceux d'acier trempé, dur, ont montré un excès de dilatation marqué, sous l'action du courant ; cet excès a varié suivant les différents fils de 11 °/₀ à 27 °/₀ de la dilatation du fil sous l'action de la chaleur seule lorsqu'il était porté de la température ordinaire, soit 20° environ, à la température fixe de 55°,5. Appelant r le rapport de la dilatation électrique à la dilatation calorifique dans les limites de température indiquée, l'auteur a obtenu :

Métal	r
Laiton dur	+0,145
Cuivre dur	+0,154
Cuivre dur	+0,192
Cuivre mou	+0,112
Platine dur	+0,255
Fer mou	+0,273
Fer mou	+0,178
Fer dur.....	+0,125
Fer dur.....	+0,141
Acier mou.....	+0,215
Acier dur	—0,008
Acier dur	+0,029
Acier dur	+0,029

Les valeurs si différentes de r obtenues avec les différents fils montrent qu'il n'y a pas de relation entre le phénomène étudié et le coefficient de dilatation calorifique ; il y a cependant ici une analogie à constater : l'allongement électrique, comme celui qui se produit sous l'action de la chaleur, ne se

manifeste pas instantanément, mais graduellement et suivant la même progression que ce dernier ; il ne disparaît de même que peu à peu ; c'est du reste ce que M. Edlund avait observé.

Dans l'acier dur et fortement trempé, qui présente dans ces expériences une si marquante exception, les molécules sont douées d'une grande stabilité, stabilité qui se manifeste en particulier dans la grande force coercitive de l'acier trempé. Il semble donc que ce soit cette fixité qui s'oppose à la dilatation électrique, comme elle s'oppose à l'aimantation de l'acier, et l'auteur croit pouvoir conclure de là que la dilatation électrique est le résultat d'une orientation des oscillations moléculaires calorifiques sous l'action du courant.

En résumé, M. Streintz formule comme suit les principaux résultats de son travail qui, on l'a vu, confirme pleinement les observations de M. Edlund :

1° *Le courant galvanique n'apporte d'autre modification à l'élasticité d'un fil conducteur que celle qui résulte de l'élévation de température produite.*

2° *Sous l'action du courant le conducteur se dilate plus que lorsqu'il est porté à la même température sans courant ; l'acier trempé seul ne présente pas cet excès de dilatation.*

3° *La dilatation galvanique ne se manifeste pas à l'instant même de la fermeture du courant, mais graduellement comme la dilatation calorifique.*

4° *La dilatation galvanique ne doit pas être la conséquence d'une répulsion électro-dynamique, mais résulte probablement d'une polarisation calorifique, soit d'une orientation des vibrations calorifiques.* E. S.

Prof. Tyndall. Sur la transparence et l'opacité acoustique de l'atmosphère.

Le professeur Tyndall a lu à l'une des dernières séances de la Société Royale, et le vendredi 16 janvier à l'Institution royale, un travail remarquable sur « la Transparence

et l'opacité acoustique de l'atmosphère. » Il avait été chargé par la corporation de « Trinity House » de déterminer la distance à laquelle les signaux ordinaires de brume, tels que porte-voix, trompettes marines, sifflets à vapeur et coups de canon, pouvaient être entendus en mer, et de chercher à constater les causes des variations dans cette distance dépendant de changements dans les conditions atmosphériques. — Les signaux ayant été convenablement disposés sur le haut des falaises du South Foreland, dans le voisinage de Douvres, M. Tyndall, monté sur un vapeur que le gouvernement avait mis à sa disposition, s'éloignait ou se rapprochait de la côte jusqu'à ce que les sons devinssent perceptibles à l'oreille. Il fut frappé dès l'abord des variations singulières et en apparence inexplicables qui n'ont pas tardé à se présenter. Jusqu'à présent il était généralement admis qu'un temps clair et serein, surtout si un léger vent soufflait dans la direction de l'observateur, était favorable à la propagation des ondes sonores ; or, les résultats obtenus par M. Tyndall montrent que cette opinion ne repose sur aucune donnée exacte. C'est ainsi que le 25 juin, la direction du vent étant favorable, le son de la trompette marine ainsi que le bruit de l'explosion d'une pièce de dix-huit tirée sur les falaises au-dessus de Douvres, s'entendaient distinctement en mer à une distance de cinq et demi milles anglais, soit en nombres ronds, 8,75 kilomètres. Le lendemain 26, ces mêmes sons étaient perceptibles à une distance de la côte de 17 kilomètres, et cela malgré un vent directement contraire. Le 1er juillet, nonobstant une brume épaisse et un vent contraire, les sons étaient perceptibles à une distance de 20,5 kilomètres, soit plus de deux fois celle à laquelle on avait pu les entendre par un temps clair et un vent favorable. Le lendemain, 2 juillet, il est survenu tout à coup dans l'atmosphère une opacité acoustique vraiment extraordinaire ; la distance de la côte à laquelle le bruit du canon était perceptible n'était plus que de 6,75 kilomètres, sans cause météorologique apparente. Le 3 juillet,

par un temps serein et très-chaud, la mer étant parfaitement calme, il a fallu se rapprocher jusqu'à 3,5 kilomètres de la côte pour que le bruit du canon de dix-huit devint perceptible. L'observateur distinguait bien chaque bouffée de fumée, mais sans entendre le plus petit son. Il paraît donc démontré qu'une atmosphère claire et sereine n'est nullement favorable à la propagation du son, et que l'accord entre la transparence optique et la transparence acoustique, constatée par le Dr Derham, dans les *Transactions Philosophiques* pour 1708, et généralement admise dès lors, ne repose sur aucun fondement réel. — Nous arrivons maintenant à l'explication que propose M. Tyndall.

Le 3 juillet, jour, où, comme nous venons de le voir, le bruit des signaux ne pouvait être entendu au delà de 3,5 kilomètres de la côte, le temps était parfaitement calme et exceptionnellement chaud. Les rayons d'un soleil ardent, tombant sur la surface de la mer, devaient nécessairement donner lieu à une copieuse évaporation. Cette vapeur, suivant M. Tyndall, ne se mêle pas à l'air de manière à former un tout homogène, mais donne lieu, au contraire, à des espaces inégalement saturés, quelquefois même, peut-être, à des espaces où l'air est presque entièrement remplacé par de la vapeur élastique d'eau. Or, les surfaces, bien qu'invisibles, qui servent de limites à ces espaces, présentent justement les conditions requises pour la production d'échos partiels par réflexion, lesquels, au lieu de faciliter la propagation des ondes sonores, tendent, au contraire, à les disperser. L'explication proposée s'est trouvée en quelque sorte confirmée le 3 juillet même, jour, où comme nous l'avons vu, par un temps clair et très-chaud, le bruit du canon ne s'entendait pas au delà de 3,5 kilomètres. Tout à coup est survenu un nuage suffisamment épais pour voiler complétement le soleil et qui a dû avoir naturellement pour effet de ralentir l'évaporation à la surface de la mer, et de permettre à la vapeur déjà formée de se mêler plus intimement avec l'air ambiant.

Au bout de quelques minutes, la distance à laquelle le bruit du canon était perceptible s'est accrue graduellement de 3,5 kilomètres à 5,75 kilomètres. Cette distance a été en augmentant le soir à mesure que le soleil se rapprochait de l'horizon jusqu'à atteindre, vers le coucher, le chiffre de 12,5 kilomètres.

L'expérience suivante, due au génie inventif de M. Tyndall, et qu'il cite à l'appui de sa théorie, fournit un exemple frappant de la réflexion que peut subir le son, lors de son passage d'une surface aérienne à une autre de nature différente. — Les ondulations sonores provenant d'une petite sonnette fortement agitée sont transmises à travers un long tube plein d'air atmosphérique pur, et vont tomber sur une flamme gazeuse brûlant à l'air libre. Celle-ci se met à l'instant même à vibrer à l'unisson. Ensuite au moyen d'un mécanisme très-ingénieux et d'une série de cellules placées les unes au-dessus et les autres au-dessous du tube, l'auteur fait traverser celui-ci par des couches alternantes de deux gaz de densité très-inégale, savoir l'acide carbonique et le gaz de la houille suivant une direction perpendiculaire à celle de l'onde sonore. Dans ce cas, bien que le bruit de la sonnette continue à se faire entendre, la flamme résonnante reste complétement inerte, l'onde sonore se trouvant réfléchie et dispersée par les surfaces limitrophes de ce milieu non homogène. M. Tyndall assimile cette réflexion du son à celle de la lumière réfléchie par l'écume d'eau, les nuages, la neige et autres substances à l'état de poussière fine.

Ainsi qu'on pouvait le présumer, l'effet d'une forte averse de pluie a été d'augmenter la distance à laquelle le bruit du canon était perceptible à l'oreille de l'observateur. Dans la matinée du 8 octobre l'explosion de la pièce de dix-huit était à peine perceptible à la distance de 8,75 kilomètres de la côte anglaise. L'après-midi est survenue une forte averse de pluie mélangée de grêle ; aussitôt le son s'est graduellement renforcé, et en s'éloignant toujours plus de la côte, on

a pu l'entendre distinctement à la distance de 12 kilomètres. Dans ce cas la chute d'eau avait arrêté l'évaporation de la mer, et rendu à l'atmosphère son homogénéité.

Jusqu'à présent on avait, en général, cru que les brouillards et les brumes épaisses étaient moins favorables à la propagation du son qu'un temps clair et serein. De nouvelles observations, faites récemment par M. Tyndall, sur la grande pièce d'eau de Hyde Park, connue sous le nom de « Serpentine River, » les 10, 11 et 12 décembre, jours pendant lesquels Londres a été plongé dans un brouillard exceptionnellement épais, ont conduit à un résultat diamétralement opposé. En effet, pendant les trois jours qu'a duré le brouillard, les sons étaient perceptibles à une distance beaucoup plus grande que par le temps clair qui l'a précédé, ou qu'ils ne l'ont été le lendemain de sa disparution complète. Le temps était assez froid, et la vapeur, provenant de la surface de l'eau, se trouvait sans doute condensée à mesure qu'elle tendait à se mélanger avec l'air. Il résulterait de cette dernière observation que, comme le fait remarquer Tyndall, « la même cause qui diminue la transparence optique de « l'atmosphère tend à accroître sa transparence acous- « tique. »

Au reste, M. Tyndall reconnaît avec une parfaite loyauté que la première idée de l'explication qu'il propose lui a été suggérée par des observations de Humboldt sur la chute du Niagara, dont le bruit se faisait entendre trois fois plus loin de nuit que de jour. Humboldt attribuait cette différence à la formation de colonnes d'air raréfié au-dessus de chacun des nombreux rochers dont la plaine est parsemée, et qui, exposés le jour aux rayons directs du soleil acquéraient une température fort supérieure à celle de l'herbe. Suivant lui, la diminution dans la distance de propagation du son pendant le jour provenait de la réflexion que devaient subir les ondes sonores à la limite des surfaces aériennes de densité inégale.

H. Serrano y Fatigati. Recherches théoriques et expérimentales sur la diffraction du son. (Extrait communiqué par l'auteur.)

La diffraction est une conséquence de la modification des ondes dans certaines conditions, et l'on peut présumer que le son doit aussi présenter des phénomènes analogues. Mais dans les questions de faits, c'est à l'expérience seulement qu'il faut recourir, sans parti pris, pour réussir à trouver la vérité.

J'ai fait de nombreuses recherches sur ce sujet en employant, pour source de son, des timbres, des diapasons mûs par l'électricité et d'autres instruments, en variant la disposition des appareils de différentes manières : mais je n'ai obtenu, sur ces premiers essais, que des courbes très-irrégulières dans les membranes couvertes de poussières que j'employais. La petite agitation développée dans l'air par le mouvement des observateurs, les vibrations étrangères produites dans le voisinage de l'appareil, apportent de nombreuses causes de perturbations.

Finalement j'ai disposé une chambre qu'on pouvait fermer parfaitement ; j'y ai placé une petite boîte cubique avec un fort sifflet disposée de la même manière que celle que M. Desains avait employée pour étudier les interférences du son. Seulement dans la paroi supérieure, au lieu de deux orifices il n'y en avait qu'un seul. Cette paroi pouvait être enlevée et remplacée par d'autres dont l'orifice était d'un diamètre plus

[1] Depuis lors M. Reynolds a construit un fusil avec les mêmes tubes qui lui avaient servi pour ses expériences afin de vérifier la pression qu'ils pouvaient soutenir ; le canon en verre avait six pouces anglais de longueur ; il fut chargé d'abord de trois quarts d'once de poudre, la balle pénétra d'un demi-pouce dans un bloc de bois ; puis d'une once de poudre, la balle pénétra d'un pouce ; enfin d'une once et un quart de poudre, mais le tube ne résista pas à cette troisième épreuve, il se brisa sans cependant que les morceaux présentassent l'apparence de pulvérisation connue par la décharge électrique. (*Chemical news*, vol. XXIX, p. 5.)

grand ou plus petit. Parallèlement à une des arêtes verticales se trouvait une règle divisée en millimètres, et le long de cette règle montait et descendait un curseur portant un cadre horizontal dans lequel on engageait une peau mince couverte de poussière de licopode.

Dès que le sifflet était mis en marche, le licopode sautillait, et au bout d'un petit moment il prenait la figure de courbes très-régulières et fort semblables à des circonférences. Le tableau suivant donne les diamètres de ces courbes pour des dimensions différentes de l'orifice et des positions différentes du cadre et de la source du son :

Nombre de vibrations du sifflet.	Distance de la source à l'orifice.	Diamètre de l'orifice.	Distance de l'orifice au cadre.	Diamètre du premier cercle de diffraction.
5660	18cm	13cm	7cm	17cm
5660	18cm	20cm	7cm	28cm
5660	18cm	14cm	12cm	24cm
8504	14cm	9cm	5cm	12cm
8504	14cm	11cm	14cm	23cm

J'ai fait plusieurs essais avec le même appareil et d'autres sifflets, mais ils n'ont pas réussi.

Cuenca, 28 janvier 1874.

O. Reynolds. Action brisante d'une décharge électrique au travers de l'eau. (*Chemical news*, vol. XXVIII, p. 300.)

M. Baxendell ayant, dans une réunion de la « Literary and Philosophical Society » de Manchester, émis l'idée que, lorsque un coup de foudre fend et écorce un arbre, cela est dû à la conversion en vapeur de l'humidité contenue dans le bois, M. le professeur Osborne Reynolds fit quelques recherches à ce sujet. Il réussit à fendre de petits morceaux de bois, qui avaient été préalablement imprégnés d'eau, au moyen d'une décharge électrique.

Il essaya ensuite de faire jaillir une étincelle entre deux pointes placées à un demi-pouce anglais de distance dans un

tube étroit et recourbé, le tube éclata chaque fois avec ou sans eau; ayant essayé un tube plus large ($^1/_{10}$ de pouce d'ouverture), il vit que la décharge électrique ne le faisait plus éclater lorsqu'il était vide, même en répétant plusieurs fois de suite l'expérience, mais en ajoutant un peu d'eau dans le coude, de façon à ce que la décharge eût à la traverser, le tube éclata. Il se servit alors d'un tube ayant $^3/_8$ de pouce de diamètre extérieur et $^1/_8$ de pouce de vide pouvant supporter une pression d'au moins 3000 kil. par pouce carré; il avait 14 pouces de long et était recourbé à angle droit, les fils conducteurs étaient placés à $^1/_2$ pouce de distance, et l'eau dépassait leur extrémité d'un $^1/_2$ pouce dans chaque branche du siphon.

Le tube est ouvert aux deux bouts; la bouteille de Leyde est chargée par 100 tours d'une machine électrique dont la plaque a 12 pouces de diamètre; la surface de la bouteille de Leyde est d'environ $^1/_4$ pied carré, et les décharges effectuées dans l'air donnent une étincelle de près de 2 pouces de longueur. Le tube éclate à la première décharge, les débris sont projetés à quelques pieds de distance; plusieurs morceaux indiquent que la surface intérieure a été pulvérisée, mais il n'y a pas explosion proprement dite, l'effet est plutôt celui d'un violent coup de marteau. M. Reynolds estime que la pression a été de plus de 1000 atmosphères[1], et que l'explosion est due à la formation instantanée d'une certaine quantité de vapeur d'eau, mais il se pourrait que la décomposition de l'eau en ses éléments jouât aussi un rôle. Cette expérience peut se comparer à celle faite avec un fusil dont la bouche est légèrement obturée par de la neige ou même du coton; si l'on tire, le fusil éclate, malgré la résistance considérable de l'acier; l'instantanéité de la décharge ne permet pas à l'objet obturant d'être chassé assez vite; la pression se fait sentir également sur toutes les parois qui, n'étant pas assez résistantes, éclatent et se brisent.

A. et R.

MINÉRALOGIE, GÉOLOGIE.

Victor Thiollière. Description des poissons fossiles provenant des gisements coralliens du Jura dans le Bugey. Seconde livraison revue et annotée par M. Paul Gervais, publiée par les soins de MM. E. Dumortier, A. Falsan et Ch. Godinet. — Le comte de Saporta. Notice sur les plantes fossiles du niveau des lits de poissons de Cerin. — Falsan et Dumortier. Note sur les terrains subordonnés aux gisements de poissons et de végétaux fossiles du Bas-Bugey ; in-folio. Lyon, Paris, 1873.

Nous avons donné en 1849 (*Archives*, X, p. 142) une idée des recherches de feu Thiollière sur les poissons fossiles de Cerin [1], dans le Bugey, à une dixaine de kilomètres à l'ouest de Belley (Jura méridional), d'après un mémoire publié dans les *Annales de la Société d'agriculture et d'histoire naturelle de Lyon*, 1849.

La première livraison de ce travail a paru en 1854, puis M. Thiollière mourut, son manuscrit fut perdu, et les planches qu'il avait préparées pour la seconde livraison n'ont été retrouvées que récemment. MM. Dumortier et Falsan, en rendant hommage à la mémoire de leur collègue et ami, viennent de publier cette livraison ; c'est un in-folio, de 70 pages et de 18 planches exécutées avec grand luxe, qui renferme différents travaux.

1° M. P. Gervais s'est chargé de ce qui tient aux poissons, et on trouve dans ce volume :

a) Des remarques de Thiollière sur l'application de la méthode de Cuvier au classement des poissons fossiles déjà publiées dans le *Bulletin de la Société géolog. de France*, 1858, réunion de Nevers.

b) La description des poissons recueillis à Cerin qui se

[1] On écrivait alors Cirin par suite d'une erreur de la carte de l'État-major français.

rapportent aux espèces suivantes : Spathobatis *Bugesiacus* Th., Belemnobatis *Sismondæ* Th., Phorcynis *Catulina* Th., Pycnodus *Sauvanausi* Th., P. *Bernardi* Th., P. *Itieri* Th., P. *Wagneri* Th., P. *Egertoni* Th., Gyrodus *macrophthalmus?* Ag., Microdon *elegans* Ag., M. *hexagonus?* Ag., Mesodon *comosus* Th., M. *gibbosus* Th., Macrosemius *rostratus* Ag., M. *Helenæ* Th., Histionosus *Falsani* Th., Disticholepis *Fourneti* Th., D. *Dumortieri* Th., Callopterus *Agassizi* Th., Notagogus *Inimontis* Th., N. *Margaritæ* Th., Lepidotus *Itieri* Th., L. *Notopterus* Ag., Pholidophorus *micronyx?* Ag., Caturus *relifer* Th., C. *segusianus* Th., C. *furcatus* Ag., C. *elongatus* Ag., C. *latus* M., Amblysemius *Bellicianus* Th., Ophiopsis *Guigardi* Th., O. *macrodus* Th., O. *attenuata* Wag., Eugnathus *prælongus* Th., Oligopleurus *esocinus* Th., Megalurus *idanicus* Th., M. *Austeni* Eg., M. *Polyspondylus?* Munst., M. *Damoni* Eg., Pleuropholis? Attakeopsis *Desori* Th., Thrissops *Salmoneus?* Th., T. *formosus* Ag., T. *cephalus* Ag., T. *Heckeli* Th., T. *Regleyi* Th., Leptolepis *Sprattiformis* Ag., Belonostomus *sphyrenoïdes?* Ag., B. *tenuirostris* Ag., B. *Munsteri* Ag., Undina *striolaris* Ag., U. *cirinensis* Th.

c) Des remarques sur les reptiles fossiles de Cerin qui appartiennent à plusieurs sortes de Cheloniens, un crocodilien de la division des Teleosaurus, des Atoposaurides, Homeosaurus? Euposaurus et Pterodactyles.

2° M. de Saporta a décrit les plantes fossiles trouvées au niveau du lit des poissons ; elles proviennent de différentes localités disséminées sur environ 45 kilomètres. On a recueilli deux algues, douze espèces de fougères, neuf cycadées, treize conifères et deux monocotylédons. La prédominance des conifères est un fait qui est digne d'attirer l'attention et qui paraît avoir eu une certaine généralité à la fin de l'époque oolitique. La comparaison des espèces avec celles du corallien de la Meuse donne « une moyenne de probabilités, » dit M. de Saporta, qui reporte le niveau de Cerin dans « l'âge immédiatement postérieur à celui du corallien de la

« Meuse, âge qui ne saurait être éloigné de celui des calcaires « lithographiques de Solenhofen. »

3° MM. Falsan et Dumortier ont fait la partie géologique du travail en étudiant les terrains voisins de la couche à poissons. Ils donnent l'explication détaillée de coupes relevées au travers du Bugey et la description de tous les terrains depuis l'étage bajocien jusqu'au terrain quaternaire. Ces savants nomment couche de passage la zone qui renferme l'*Ammonites tenuilobatus* dont la position est parfaitement définie « entre les couches supérieures de l'oxfor- « dien et le calcaire à chailles qui sert de base à l'étage co- « rallien régulièrement développé avec tous ces caractères « normaux. »

Plus haut se trouve l'étage kimméridien avec la pierre lithographique et les poissons.

4° Enfin ce volume, remarquable par son exécution, et ce qui est mieux encore, par le mérite des travaux qu'il contient, se termine par la description de quelques fossiles kimméridiens du Bugey faite par M. Dumortier.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

Dr E. Mandelstamm. Ueber Sehnervenkreuzung und Hemiopie. (*Gräfe's Archiv für Ophthalmologie*, t. XIX, 2, p. 39, 1873.) — Prof. D. Michel. Ueber den Bau des Chiasma nervorum opticorum. (*Ibid.*, p. 59, avec 2 pl.) — Brown-Séquard. Recherches sur les communications de la rétine avec l'encéphale. (*Archives de physiol. norm. et patholog.*, IV, 2, p. 261, 1872.) — Biesiadecki. Ueber das chiasma, etc. (*Wien. Sitzungsber. d. Math., wissenschaftl. Classe*, 1861, XLII, p. 86.) — Dr Pawlowsky. Du chiasma optique. Moscou, 1869. (Dissertation inaugur. en russe.)

On a admis généralement, depuis les travaux de Jean Müller et de Wollaston, la semi-décussation des fibres optiques dans le chiasma. D'après cette opinion, chaque bande-

lette optique fournirait la moitié des fibres de chaque nerf optique, de telle sorte que dans chaque œil la moitié externe (temporale) de la rétine serait l'épanouissement d'une moitié des fibres de la bandelette du même côté, et la moitié interne (nasale) l'épanouissement d'une moitié des fibres de la bandelette de l'autre côté. Conformément à cette doctrine, qui paraissait confirmée par l'anatomie (travaux de Hannover, de Longet), on expliquait par une affection de l'une des bandelettes des cas d'abolition de la vue dans les deux moitiés homonymes (droites ou gauches) des deux rétines (*hémiopie homonyme*). Lorsque les deux moitiés internes des rétines étaient paralysées, c'est-à-dire qu'il manquait la moitié externe du champ visuel des deux côtés (*hémiopie temporale*), on admettait une lésion siégeant à la partie antérieure du chiasma, et intéressant, par conséquent, les fibres internes de chaque nerf optique. Les faits cliniques de ce genre s'accordaient bien avec la théorie de Jean Müller. Mais comment expliquer les cas assez rares, il est vrai, d'*hémiopie nasale* double, c'est-à-dire d'abolition de la moitié interne des deux champs visuels ? Il fallait admettre une double lésion, intéressant à la fois les deux portions externes des bandelettes ou du chiasma, portions dont les fibres se rendaient aux moitiés externes des rétines. Cette hypothèse était forcée et peu vraisemblable.

Les cas trop peu fréquents où l'autopsie permettait de contrôler le diagnostic de la cause d'une hémiopie bien observée pendant la vie, tantôt semblaient confirmer la théorie de la sémi-décussation, et tantôt semblaient la contredire. Il était d'ailleurs le plus souvent difficile d'interpréter avec certitude l'influence d'une lésion d'une certaine étendue trouvée à l'autopsie (tumeur, hémorrhagie cérébrale, foyer inflammatoire) sur la fonction visuelle, à cause du voisinage et des relations intimes des diverses parties intéressées (nerfs optiques, chiasma, bandelettes, racines optiques dans les tubercules quadrijumeaux et les corps genouillés) et de leur

solidarité circulatoire, nerveuse, hydrostatique. D'autre part, les expériences de section des bandelettes ou du chiasma chez les mammifères plaident plutôt en faveur d'un entre-croisement complet des fibres provenant de gauche et de droite (Brown-Séquard). L'entre-croisement complet a été trouvé chez beaucoup de vertébrés. Les nerfs optiques des poissons téléostéens se croisent sans mêler leurs fibres. Chez les oiseaux et les amphibies, il y a un entrecroisement complet, les fibres des deux nerfs forment, en s'entrelaçant, des faisceaux aplatis, rubanés (Carus, Meckel).

La question du chiasma optique a été reprise récemment par quelques savants russes, MM. Biesiadecki, Pawlowsky et Mandelstamm et un médecin allemand, M. Michel, professeur d'ophthalmologie à l'université d'Erlangen. Ils ont prouvé, soit par des dissections délicates, soit par l'étude de coupes horizontales de chiasmas durcis, que les faisceaux des fibres optiques s'entrecroisent complétement aussi chez l'homme et les mammifères ; cette opinion était déjà défendue par beaucoup d'anciens anatomistes, même antérieurs à Galien, qui n'admettait, quant à lui, aucune décussation.

L'entre-croisement dans le chiasma humain ressemble à un réseau de vannerie fine. Il ne contient aucune commissure proprement dite reliant entre eux les deux nerfs optiques. Toutes les fibres de chacun des nerfs proviennent de la bandelette du côté opposé. Elles suivent dans le chiasma une direction sensiblement arquée, à la manière de l'intersection des branches d'un huit de chiffre.

M. Michel insiste sur le fait que la lame de substance grise ou *lame sus-optique* qui recouvre la face supérieure du chiasma, forme en même temps le plancher du troisième ventricule [1]. Il en résulte qu'une collection liquide dans les ventricules latéraux des hémisphères peut comprimer le chiasma par l'intermédiaire du troisième ventricule et de la lame sus-optique. M. Michel décrit un cas d'hydrocéphale in-

[1] Fait déjà établi par Cruveilhier.

terne chez un enfant où l'espace limité par cette lame, et qui n'est qu'une dépendance des ventricules, fut trouvé fortement dilaté. Un bon nombre de cas de cécité des deux yeux survenue rapidement dans le cours d'affections cérébrales sans inflammation des nerfs optiques, trouveraient peut-être leur explication dans cette forme spéciale de compression du chiasma. Si le plancher du troisième ventricule était plus dilaté d'un côté que de l'autre, il pourrait en résulter une hémiopie homonyme.

La décussation complète explique parfaitement pourquoi la section du chiasma dans la ligne médiane chez le lapin abolit la vision dans les deux yeux, tandis que la section d'une des bandelettes paralyse seulement la rétine du côté opposé (Brown-Séquard). Quand on détruit l'un des tubercules quadrijumeaux antérieurs et une partie de la couche optique du côté correspondant chez un jeune lapin, on voit disparaître au bout de quelques semaines les fibres à myéline dans la rétine de l'autre côté (Mandelstamm). L'autopsie confirme dans ces cas le résultat obtenu à l'examen ophthalmoscopique. C'est le nerf optique du côté opposé à la section que l'on trouve seul atrophié.

La structure du chiasma, telle que l'a décrite M. Michel, donne la clef de toutes les formes d'hémiopie, monoculaire ou binoculaire, même de celles que la semi-décussation, admise jusqu'ici, ne permettait pas d'expliquer. La double hémiopie nasale, en particulier, s'explique simplement par une lésion siégeant à la partie postérieure du chiasma, partie dont les fibres formeront les faisceaux temporaux des nerfs optiques. Dr G. H.

E.-G. Balbiani. Observations sur le Didinium nasutum, Stein. (*Archives de zoologie expérimentale*, tome II, page 363, pl. xvii, 1873.)

Le *Didinium nasutum* est depuis longtemps connu. Il a été décrit et figuré en 1786, sous le nom de *Vorticella nasuta*,

par O.-F. Müller, aussi bien que le permettaient l'état de la science et l'imperfection des instruments du temps. Depuis lors, l'espèce n'avait été revue que par deux ou trois micrographes et aucun ne l'avait étudiée d'une manière approfondie. Elle semble cependant avoir une assez grande extension géographique et se montrer quelquefois en grande abondance. Découverte en Danemark, elle a été ensuite observée dans différentes localités d'Allemagne par Stein et par Engelmann, à Saint-Pétersbourg par Alenitzin, qui a cru avoir affaire à une espèce nouvelle et lui a donné le nom de *Wagneria cylindroconica*[1], et enfin à Paris par M. Balbiani.

La forme de cet infusoire est celle d'un baril arrondi à son extrémité postérieure, tronqué à l'antérieure. Les organes locomoteurs consistent en deux ceintures de cils, l'une bordant la face antérieure, l'autre entourant le corps un peu en arrière de son milieu. Du centre de la face antérieure s'élève une saillie conique que M. Alenitzin appelle *capitulum*, et au sommet de laquelle s'ouvre la bouche.

La substance du corps ne semble pas pouvoir se diviser en endoplasma et exoplasma, car les globules qu'elle contient se meuvent partout avec une égale facilité en deux courants inverses dont l'un monte le long des parois externes du corps et dont l'autre redescend le long de l'axe longitudinal.

L'ouverture buccale n'apparaît ordinairement que sous la

[1] Voyez le numéro de janvier 1874, p. 67. — Remarquons en passant que le cahier des « Archiv für mikroskop. Anatomie, » dans lequel se trouve la note de M. Alenitzin, et qui porte la date *vraie* de novembre 1873, a paru avant le cahier des « Archives de zoologie expérimentale » qui contient le mémoire de M. Balbiani et porte la date *fausse* de juillet 1873. Ce soi-disant numéro de juillet ne nous est parvenu que dans le milieu de janvier. Il renferme une lettre de M. Al. Agassiz datée de Cambridge, Mass., 7 octobre 1873 (!). L'on devrait éviter dans les journaux scientifiques ces fausses indications qui peuvent faire trancher des questions de priorité d'une manière inexacte.

forme d'un très-petit orifice percé au sommet du prolongement conique antérieur. L'ouverture anale est située à l'extrémité opposée du corps. La bouche conduit dans un pharynx ou œsophage qui présente une striation longitudinale due à l'existence de baguettes fusiformes solides, très-fines et disposées en un faisceau longitudinal. Ces baguettes peuvent être projetées en plus ou moins grand nombre contre une proie et la paralysent complétement. Lorsqu'un *Didinium* a rendu ainsi immobile un infusoire dont il veut s'emparer, il fait rapidement saillir hors de sa bouche une sorte de langue allongée, cylindrique, transparente, qui, par son extrémité élargie, s'applique contre l'infusoire. La proie est graduellement attirée par le retrait de cette langue dans l'ouverture buccale qui s'élargit en entonnoir.

A mesure que les aliments pénètrent dans le corps de l'animal, on voit se former en avant d'eux un espace clair indiquant, selon M. Balbiani, un tube digestif distinct dont les parois étaient auparavant appliquées l'une contre l'autre, et qui se rejoignent de nouveau après le passage du bol alimentaire. On peut voir quelquefois ce tube digestif s'ouvrir dans toute sa longueur, de la bouche à l'anus.

L'auteur a vu la cuticule qui revêt le corps se réfléchir à l'intérieur de l'ouverture buccale, mais il ne paraît pas avoir suivi cette membrane sur une grande étendue, car il dit n'avoir pas reconnu d'une manière directe les parois propres qu'il attribue au tube digestif. Ces parois seraient du reste formées simplement par une couche plus dense du parenchyme du corps.

En moins d'une heure, la proie est digérée et le résidu excrémentiel est expulsé par l'ouverture anale.

M. Balbiani décrit la reproduction par fissiparité chez le *Didinium*. Quant à la reproduction sexuelle, il n'a pu l'observer et n'a pas même réussi à découvrir l'organe mâle (nucléole). Il a vu l'intérieur de l'ovaire (nucléus) se présenter quelquefois sous la masse de formes arrondies, de volume

inégal, mais il n'adopte pas l'opinion d'Engelmann qui avait déjà décrit ces corps en 1861 et les considérait comme des embryons ; il est plutôt disposé à admettre que ces produits sont le résultat d'altérations pathologiques. D'autre part, il suppose que les corps mobiles que O.-F. Müller a vu sortir d'un *Didinium* étaient des parasites. Enfin, il a été témoin d'un enkystement, mais n'a pu suivre le sort ultérieur des kystes.

On voit donc que, sauf ce qui concerne la multiplication par scissiparité, tous les phénomènes relatifs à la reproduction de cet infusoire peuvent être considérés comme inconnus.

De ses observations relatives au tube digestif du *Didinium* et d'autres faits analogues, ainsi que de l'existence d'organes reproducteurs chez beaucoup d'infusoires, M. Balbiani conclut que ces animaux peuvent présenter une organisation beaucoup plus parfaite qu'on ne l'admet généralement, et il s'élève contre l'opinion de de Siebold qui veut voir en eux des êtres unicellulaires. Quelle que soit la valeur qu'aient les découvertes de l'habile micrographe de Paris, nous n'y voyons pas encore des motifs suffisants pour admettre toutes les conclusions qu'il en tire. La complication du corps d'un infusoire ne prouve pas nécessairement qu'il soit formé de plusieurs cellules. La substance du corps comprise entre le tube digestif et l'enveloppe externe peut être, comme il le dit, « analogue » à la cavité générale de beaucoup d'invertébrés sans que pour cela elle leur soit « homologue. » Ceci n'est point une querelle de mots, mais bien une distinction fondamentale. La question ne doit être posée et résolue que sur le terrain de la morphologie. A. H.

Prof. E. Cyon. Ueber die..... Des fonctions des canaux semicirculaires de l'oreille. (*Pflüger's Archiv*, 1873, p. 306.)

On connaît, depuis les intéressants travaux de Flourens, les mouvements bizarres auxquels donne lieu la lésion des

canaux semi-circulaires de l'oreille. Divers auteurs, parmi lesquels on peut citer surtout MM. Goltz, Löwenberg, Helmholtz, se sont occupés de cette question en n'ajoutant que fort peu de chose aux faits mentionnés par Flourens.

M. Cyon reprend en détail ces expériences, soit sur des mammifères, soit sur des pigeons, animaux qui s'y prêtent le mieux, soit, avec son élève M. Solucha, sur des grenouilles. Après avoir analysé les mouvements produits par la blessure de tel ou tel canal semi-circulaire, il cherche à donner une interprétation des phénomènes obtenus.

Voici les principales conclusions de ce travail :

1° Pour qu'un animal conserve son équilibre, il est nécessaire qu'il ait une notion exacte de la position de sa tête.

2° Les canaux semi-circulaires ont pour fonction de donner à l'animal la notion de la position de sa tête au moyen d'une série d'impressions (acoustiques?) et pour cela chaque canal semi-circulaire a sous sa dépendance spéciale une partie de l'espace qui entoure l'animal.

3° Les troubles du mouvement qui s'observent à la suite de la section des canaux semi-circulaires sont de trois ordres:

a) Perte du sentiment de l'équilibre, conséquence directe de la lésion.

b) Mouvements provenant de la gêne consécutive à des sensations acoustiques anomales.

c) Symptômes secondaires survenant quelques jours après, par inflammation consécutive du cervelet. Dr P.

Dr E. Dupuy. Examen de quelques points de la physiologie du cerveau; thèse de Paris, A. Delahaye, 1873. — Drs Carville et Dupuy. Notes a la Société de Biologie, séances du 20 décembre 1873 et 3 janvier 1874. (*Gazette médicale de Paris* et *Gazette hebdomadaire.*)

Nous avons récemment analysé plusieurs travaux qui semblaient prouver l'excitabilité des hémisphères cérébraux con-

trairement à l'opinion généralement admise par les physiologistes. (Voyez *Archives*, 1873. t. XLVIII. p. 171 et 356.)

Dans deux communications récentes faites à la Société de Biologie : l'une par M. Carville, l'autre par M. Dupuy qui y résume sa thèse inaugurale, ces auteurs cherchent à démontrer que les expérimentateurs qui admettent l'excitabilité des hémisphères ont été induits en erreur.

M. Carville, en se servant du galvanomètre, M. Dupuy, au moyen d'une patte galvanoscopique, démontrent en premier lieu que les courants induits de faible intensité sont capables de se diffuser à distance dans la substance cérébrale. Pour eux, les mouvements produits seraient le résultat de l'excitation, à distance, des parties plus profondes et autres que celles sur lesquelles sont appliqués les électrodes excitateurs. Les effets produits par la faradisation qui pénètre jusqu'aux corps striés et aux pédoncules seraient le résultat de l'excitation directe de ces organes, et ne pourraient point être attribués à une action réflexe.

M. Dupuy cherche de plus à démontrer que l'on ne peut localiser en telle ou telle circonvolution cérébrale, comme le pense M. Ferrier, le centre nutritif ou fonctionnel de tel ou tel conducteur nerveux, puisque, lorsque l'animal sur lequel on opère est complétement anesthésié, l'irritation par l'électricité de la couche corticale ne donne plus lieu à des contractions, tandis que sur le même animal, et avec le même courant électrique, l'irritation directe d'un filet du nerf sciatique, préalablement mis à nu, amène la contraction du muscle auquel il se distribue.

Quant au procédé d'injections intracérébrales d'un liquide corrosif employé par MM. Nothnagel et Fournié, M. Dupuy pense que l'excitation n'est pas aussi limitée que le prétendent ces auteurs.

La question de l'excitabilité ou de la non-excitabilité des hémisphères cérébraux est, on le voit, encore un sujet contesté et discuté. Dr P.

BOTANIQUE.

A. Merget. Sur des phénomènes de thermodiffusion gazeuse qui se produisent dans les feuilles, et sur les mouvements circulatoires qui en résultent dans l'acte de la respiration chlorophyllienne. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, séance du 22 décembre 1873, tome LXXVII, p. 1468.)

Nous croyons devoir rapprocher du mémoire de M. Dufour que nous donnons plus haut, page 103, la note qu'on va lire de M. Merget. Cette note renferme, en effet, une première application à la physiologie végétale des faits si intéressants mis en lumière par M. Dufour et M. Feddersen [1] sur les effets thermiques de la diffusion, sur la diffusion entre l'air sec et l'air humide, et sur la thermo-diffusion [2].

M. Merget reprenant les observations de Raffeneau-Delille, sur un mode de respiration spécial du *Nelumbium speciosum*, l'interprète comme un phénomène de thermodiffusion.

..... « De nombreuses analyses m'ayant démontré, dit-il, conformément à l'assertion de Raffeneau-Delille, que le gaz issu des feuilles de *Nelumbium* était de l'air atmosphérique, sauf quelques variations de composition négligeables ou explicables, je dus en conclure qu'il s'agissait là d'un phénomène absolument étranger à la respiration chlorophyllienne, et qui se produisait exclusivement sous l'influence des radiations calorifiques solaires ; ce qui me fit préjuger qu'on pourrait le reproduire en substituant à l'action du soleil celle d'une source calorifique obscure.

L'expérience, tentée dans ces conditions nouvelles, réus-

[1] Voyez *Archives*, 1873, tome XLVII, p. 74.

[2] Après avoir étudié la diffusion entre l'air sec et l'air humide, M. Dufour avait signalé ce phénomène comme devant déterminer constamment des courants gazeux à travers les parois poreuses des végétaux et des animaux (voyez *Archives*, 1872, tome XLV, p. 12).

sit très-facilement quand on prend pour source de chaleur une plaque annulaire de tôle, chauffée au-dessous du rouge: c'est donc alors la seule différence de température, entre les deux parties du limbe directement exposées au rayonnement calorifique et celles qui en sont préservées par la lame d'eau, qui détermine la sortie du gaz inclus dans ces dernières, et pour que ce gaz puisse sortir, malgré la pression hydrostatique supérieure, il faut qu'il y ait une action impulsive émanant de l'air voisin échauffé.

« En admettant cette explication comme plausible, il en résultait que l'eau du centre de la feuille, ayant uniquement pour effet de soustraire les tissus sous-jacents à l'action calorifique du foyer, son remplacement par de l'eau suffisamment chaude pour uniformiser la température du limbe devait arrêter toute émission gazeuse par les surfaces mouillées. C'est, en effet, ce résultat qu'on obtient, et l'on peut aller plus loin que cette expérience négative; car dans le cas où les bulles, se dégageant lentement sous l'eau froide, semblent retenues par une sorte de pédicelle gazeux qui les maintient en communication avec la masse d'air intérieure, par des affusions graduées d'eau chaude, on les voit progressivement disparaître, comme résorbées par les tissus dans lesquels elles rentrent.

« Il suivrait de là qu'en échauffant également dans tous ses points la surface supérieure du limbe d'une feuille de *Nelumbium*, l'air des méats serait mis partout uniformément en état de tension sans que l'effort de sa détente, toujours dirigé de dehors en dedans, et s'exerçant, cette fois, sur l'air des lacunes, pût avoir d'autre effet que de le comprimer. Pour rendre sensible cet accroissement de pression, il m'a suffi, après avoir coupé une feuille de *Nelumbium*, de mettre son pétiole en communication, au moyen d'un tube de caoutchouc, avec un manomètre à eau : en exposant, dans ces conditions, le limbe à des rayonnements calorifiques de nature et

d'intensités différentes, j'ai mesuré des dénivellations qui ont varié de 1 à 3 décimètres.

« En séparant le manomètre, sous l'effort de détente exercé par l'air du limbe, celui des lacunes est mis en mouvement, et on le voit s'échapper par bulles lorsqu'on plonge dans l'eau la section du pétiole. Le dégagement est assez abondant pour que des feuilles de *Nelumbium*, exposées les unes au soleil, les autres à un feu clair de charbon, m'aient donné, les premières un quart de litre, les secondes un litre d'air par minute, soit des centaines et des milliers de fois le volume de la feuille par heure, et cela pendant plusieurs heures sans interruption, quelquefois pendant des journées entières. Pour entretenir la continuité d'un débit aussi considérable, il fallait évidemment qu'il y eût, à chaque instant, rentrée par le limbe d'un volume d'air égal à celui qui sortait par le pétiole, et je me suis assuré que cette rentrée a lieu bien réellement par les stomates, dont l'occlusion entraîne la cessation immédiate de tout dégagement gazeux.

« L'air atmosphérique n'est pas d'ailleurs le seul gaz qui puisse être ainsi diffusé thermodynamiquement à travers le limbe d'une feuille de *Nelumbium ;* je l'ai constaté, à l'aide de dispositions faciles à concevoir, sur l'oxygène, l'azote, l'hydrogène, l'acide carbonique, l'oxyde de carbone et le protoxyde d'azote.

« Ces phénomènes de diffusion, par cela même qu'ils sont communs à tous les gaz, doivent être considérés comme dépourvus de caractère vital et comme déterminés par des conditions d'ordre purement physique.....

« D'après les résultats d'expériences que la mauvaise saison m'a contraint d'interrompre, je me crois en droit d'affirmer que l'on retrouve dans tous les végétaux le pouvoir thermodiffusif si remarquablement développé dans le *Nelumbium*, et, si les mouvements qu'il détermine ne sont pas partout aussi étendus que dans cette dernière plante, ils n'en

sont pas moins intéressants, à cause du rôle qu'ils jouent dans l'acte de la respiration chlorophyllienne.

« Etant admis que, pour toutes les feuilles, l'échauffement du limbe met en jeu les forces thermodiffusives qui trouvent leurs conditions d'activité dans la structure et dans l'état hygrométrique des tissus, comme cet échauffement, en l'état ordinaire, c'est-à-dire lorsqu'il provient de la chaleur du soleil, est loin de se produire uniformément aux points frappés par les rayons solaires, l'air intérieur, par suite de l'excès de tension qu'il acquiert, se détend sur celui des parties froides, qu'il presse en le contraignant à s'échapper par les stomates des surfaces épidermiques correspondantes, pendant que l'air extérieur afflue par les stomates des surfaces solarisées. Il s'établit donc alors un véritable courant circulatoire gazeux, des parties vertes qui respirent à celles qui ne respirent pas, avec un double mouvement corrélatif d'aspiration par les premières et d'expiration par les secondes.

« Dans les plantes aquatiques, cette circulation respiratoire a plus d'étendue et de profondeur que dans les plantes terrestres, car, au lieu d'être circonscrite dans l'étroit réseau des méats du parenchyme foliaire, elle se prolonge dans celui du système lacunaire tout entier.....

« A un autre point de vue, les phénomènes thermodynamiques qui résultent, pour les plantes aquatiques, de leur échauffement par les rayons solaires, ont une influence marquée sur l'activité de leur développement végétatif, en déterminant, par les excès de tension intérieure qu'ils produisent, les rhizomes et les racines à s'enfoncer dans le sol avec la force de pénétration qui les caractérise. »

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE JANVIER 1874.

Le 2, brouillard le matin.
3, fort vent du SSO. dans la soirée.
6, forte gelée blanche le matin.
7, gelée blanche le matin : les nuages accusent dans la matinée un fort vent du Nord, tandis que celui de SSE. règne dans la plaine.
8, forte gelée blanche le matin.
9, gelée blanche le matin : beau halo lunaire le matin à 6 h. ; léger brouillard dans la soirée.
10, gelée blanche le matin : halo lunaire à 6 h. matin ; depuis 8 h. matin épais brouillard.
Du 11 au 16, brouillard intense avec dépôt de givre.
Le 17, pluie le soir mêlée de quelques flocons de neige.
18, assez forte bise le matin, qui tombe vers 10 h.
20, brouillard le soir.
Du 21 au 24, épais brouillard.
Le 25, brouillard le matin ; la bise se lève vers 1 h. après midi, et souffle avec force jusqu'au lendemain matin.
26, léger brouillard le soir.
27, forte gelée blanche le matin.
28, très-forte bise tout le jour.
31, id.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM		MINIMUM.	
	mm		mm
Le 2 à 10 h. matin	735,62	Le 4 à 2 h. après midi	724,44
6 à 6 h. soir	736,29	9 à 6 h. matin	731,77
10 à 10 h. matin	733,41	12 à 4 h. après midi	728,59
14 à 10 h. matin	733,56	17 à 8 h. matin	722,04
23 à 10 h. matin	738,36	25 à 2 h. après midi	732,49
26 à 10 h. matin	738,51	30 à 2 h. après midi	731,96

...rs du mois.	Hauteur moy. des 24 h.	Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Écart avec la temp. normale	Minim.	Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Écart avec la fraction norm.	Minim.	Maxim.	Pluie ou neige Eau tomb. d. les 24 h.	Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône Midi.	Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim.					mm.				°	°	cm
1	732.82	+ 4.94	+ 1,79	+ 2,15	— 0,7	+ 4,9	4,87	+0,84	925	+ 55	810	970	0,7	3	SSO. 1	0,96	—	—	89
2	734,65	+ 6,77	+ 2,55	+ 2,94	+ 0,6	+ 4,9	4,90	+0,87	888	+ 18	750	950	...	..	SO. 1	0,98	6,1	+ 0,6	88
3	727,97	+ 0,10	+ 3,53	+ 3,95	0,0	+ 7,5	4,47	+0,44	780	— 91	570	940	1,1	3	SSO. 2	0,98	5,9	+ 0,5	88
4	725,65	— 2,22	+ 4,50	+ 4,94	+ 1,2	+ 8,2	4,63	+0,59	765	—106	470	880	3,2	7	SO. 2	0,88	—	—	88
5	731.23	+ 3.37	+ 2,05	+ 2,51	— 0,8	+ 5,1	3,65	—0,39	716	—155	430	850	...	...	S. 1	0,64	6,0	+ 0,7	94
6	735,77	+ 7,91	— 1,22	— 0,74	— 4,6	+ 3,0	3,37	—0,67	802	— 69	640	930	...	...	variable	0,23	5,8	+ 0,5	92
7	732 93	+ 5,08	— 4,08	— 3,58	— 7,4	+ 0,9	2,82	—1,23	830	— 41	690	910	...	...	variable	0,33	5,7	+ 0,5	92
8	732 60	+ 4,75	— 5,12	— 4,60	— 9,5	0,0	2,79	—1,26	874	+ 3	720	970	...	...	variable	0,07	5,2	0,0	91
9	732,28	+ 4,44	— 4,28	— 3,75	— 9,2	+ 2,0	3,03	—1,03	887	+ 16	730	1000	...	...	S. 1	0,37	5,5	+ 0,4	91
10	732,32	+ 4,68	— 3,68	— 3,15	— 7,1	— 0,4	3,43	—0,64	964	+ 93	880	1000	...	...	SO. 1	0,93	5,4	+ 0,3	87
11	730,75	+ 2,92	— 2,70	— 2,17	— 4,1	— 1,7	3,79	—0,29	994	+124	980	1000	...	...	SO. 1	1,00	—	—	86
12	729.16	+ 1,33	— 2.25	— 1,72	— 3,2	— 1,2	3,92	—0,17	1000	+130	1000	1000	...	...	SO. 1	1,00	5,0	0,0	86
13	731,61	+ 3,78	— 2 56	— 2,04	— 3,9	— 0,6	3,85	—0.25	1000	+130	1000	1000	...	...	SO. 1	1,00	4,9	— 0,1	88
14	732 86	+ 5,04	— 2.87	— 2,36	— 4,4	— 1,7	3,76	—0,35	1000	+130	1000	1000	...	...	SO. 1	1,00	4,7	— 0,3	84
15	732 55	+ 4,73	— 3,25	— 2,75	— 3,9	— 2,1	3,62	—0,50	1000	+130	1000	1000	...	...	SO. 1	1,00	4,7	— 0,2	88
16	726,35	— 1,46	— 2,63	— 2,15	— 4,6	— 0.9	3,86	—0,27	1000	+131	1000	1000	...	...	SO. 1	1,00	4,7	— 0,2	81
17	722,67	— 5,13	+ 0,23	+ 0,69	— 2,6	+ 3 4	4,51	+0.37	955	+ 87	850	1000	7,1	7	SE. 1	0,94	4,9	0,0	88
18	726,87	— 0 91	+ 0,49	+ 0 93	— 3,6	+ 3,7	3,54	—0,61	783	— 84	620	980	...	..	ENE. 1	0,18	—	—	86
19	729,44	+ 1,69	+ 0.37	+ 0,79	— 4,6	+ 3,8	3,72	—0,44	796	— 70	640	960	...	..	SSE. 1	0,86	4,8	0,0	87
20	731,19	+ 3,48	+ 4,59	+ 4,98	+ 1,6	+ 9,3	5,80	+1.63	908	+ 43	780	980	0,4	1	variable	0,59	5 5	+ 0,7	84
21	733,50	+ 5,83	+ 0,98	+ 1,34	— 0.2	+ 3,9	5,01	+0,84	1000	+136	1000	1000	...	...	S. 1	1,00	5,4	+ 0,6	83
22	737,57	+ 9,94	+ 1,92	+ 2,24	— 0,6	+ 3,7	5,37	+1,19	993	+130	980	1000	...	...	SSE. 1	1,00	5,4	+ 0,6	—
23	737,76	+10,18	+ 1,62	+ 1,90	+ 0.1	+ 2,9	5,18	+1,00	986	+124	970	1000	...	...	SE. 1	1,00	5,5	+ 0,8	85
24	735,36	+ 8,02	+ 1,59	+ 1,83	+ 0,9	+ 3,1	5,12	+0,93	988	+127	950	1000	...	...	SO. 1	1,00	5,4	+ 0,7	85
25	733,04	+ 5,54	+ 2,82	+ 3.01	+ 0,7	+ 8,1	4,84	+0,64	860	0	690	1000	...	...	NNE. 2	0,80	—	—	84
26	737,98	+10.52	+ 1,23	+ 1,37	— 1,4	+ 5,0	3,75	—0,45	788	— 71	630	930	...	...	NE. 1	0,80	—	—	82
27	736,41	+ 8,99	+ 0.97	+ 1,06	— 2,7	+ 4,7	4,18	—0.03	849	— 9	650	980	...	...	variable	0.62	5,5	+ 0,8	84
28	734,00	+ 6,62	+ 3,61	+ 3,65	+ 0.6	+ 6.3	3,64	—0.58	635	—222	480	690	..	...	NNE. 3	0,18	5,4	+ 0,7	81
29	733,82	+ 6 46	+ 0,93	+ 0.91	— 1,6	+ 3,9	3.22	—1,00	682	—174	450	900	...	...	NE. 1	0,00	5,1	+ 0,4	83
30	732,49	+ 5.17	+ 0.14	+ 0.06	— 4,8	+ 4,8	3,11	—1,12	696	—159	450	970	...	...	N. 1	0,04	5,5	+ 0,8	83
31	732,95	+ 5,67	+ 3,38	+ 3,24	— 0,4	+ 6,4	3,46	—0,78	609	—245	450	720	...	...	NNE. 3	0,06	5,2	+ 0,5	82

MOYENNES DU MOIS DE JANVIER 1874.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	731,81	731,97	732,52	731,80	731,31	731,51	731,90	732,20	732,32
2e »	729,47	729,60	729,90	729,50	728,91	728,84	729,09	729,23	729,42
3e »	735,12	735,46	735,61	735,12	734,46	734,45	734,74	735,06	735,08
Mois	732,23	732,44	732,77	732,24	731,66	731,69	732,00	732,26	732,36
Température.									
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade	— 2,64	— 2,78	— 0,41	+ 2,13	+ 2,44	+ 2,06	+ 1,19	— 0,04	— 1,44
2e »	— 2,30	— 2,09	— 1,00	+ 0,22	+ 0,54	+ 0,25	— 0,24	— 0,70	— 1,26
3e »	+ 0,35	+ 0,46	+ 1,75	+ 3,13	+ 3,90	+ 3,61	+ 2,59	+ 2,00	+ 1,44
Mois	— 1,46	— 1,41	+ 0,17	+ 1,87	+ 2,35	+ 2,02	+ 1,23	+ 0,47	— 0,36
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	3,48	3,48	3,67	3,89	4,28	4,03	3,93	3,77	3,84
2e »	3,65	3,72	3,99	4,21	4,25	4,25	4,30	4,21	3,98
3e »	4,24	4,20	4,43	4,45	4,40	4,13	4,26	4,24	4,22
Mois	3,81	3,81	4,05	4,19	4,32	4,14	4,17	4,08	4,02
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	902	903	808	722	777	756	791	822	911
2e »	947	950	936	904	894	911	952	962	952
3e »	902	885	851	778	733	706	776	805	837
Mois	917	912	865	801	799	788	837	861	898

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°		°	mm	cm
1re décade	— 3,75	+ 3,61	0,64	+ 5,70	5,0	90,0
2e »	— 3,33	+ 1,20	0,86	+ 4,90	7,5	85,8
3e »	— 0,85	+ 4,80	0,59	+ 5,38	—	83,2
Mois	— 2,59	+ 3,25	0,69	+ 5,33	12,5	86,3

Dans ce mois, l'air a été calme 4 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,78 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 23,0 O., et son intensité est égale à 15,68 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE JANVIER 1874.

Le 1er, brouillard depuis midi.
3, id.
4, neige, brouillard tout le jour.
5, léger brouillard à différentes reprises.
Du 6 au 10 et du 12 au 15, ciel parfaitement clair.
Le 16, brouillard depuis midi.
17, brouillard tout le jour.
18, brouillard le matin.
24, brouillard à différentes reprises.
25, id.
26, brouillard le matin.
27, brouillard le soir.
Du 29 au 31, ciel parfaitement clair.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 2 à 10 h. matin	567,13	Le 4 à 8 h. soir	559,01
6 à 4 h. après midi	565,28	7 à 4 h. après m.	562,41
10 à 10 h. matin	567,47	12 à 4 h. après m.	562,01
15 à 10 h. matin	567,82	17 à 10 h. soir / 18 à 6 h. matin	556,54
22 à midi	572,87	25 à 6 h. matin	564,40
26 à 10 h. soir	568,57	28 à 8 h. soir	563,74
30 à 10 h. matin	565,83	31 à 6 h. matin	563,80

SAINT-BERNARD. — JANVIER 1874.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum.	Baromètre. Maximum.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum*	Température C. Maximum*	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.	Clarté moyenne du Ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim			
1	565,47	+ 4,16	563,35	566,85	— 6,60	+ 2,01	— 7,0	— 5,0	.....	.....	....	NE. 1	0,64
2	566,59	+ 5,26	566,31	567,13	— 8,00	+ 0 64	— 9,2	— 5,0	.....	.....	....	calme	0 09
3	563,85	+ 2,54	562,85	565,10	— 7,10	+ 1,57	— 8,0	— 5,3	.....	.....	....	SO. 1	0,77
4	559,79	— 1,50	559,01	560,79	— 8,87	— 0,17	—12,1	— 6,4	70	4,6.	....	SO. 1	0,81
5	561,42	+ 0,15	559,84	562,61	—13,81	— 5,08	—16,0	—11,8	.....	.....	....	NE. 1	0,42
6	564,75	+ 3,50	563,17	565,28	—14,01	— 5,24	—16,0	—12,1	.....	.....	....	NE. 1	0,00
7	562,61	+ 1,38	562,41	563,15	—14,39	— 5,59	—15,5	—13,0	.....	.....	....	SO. 1	0,01
8	563,92	+ 2,71	562,84	564,73	— 9,28	— 0,45	—12,4	— 6,8	.....	.....	....	SO. 1	0,00
9	565,74	+ 4,56	564,29	566,83	— 3,27	+ 5,58	— 7,0	+ 1,0	.....	.....	....	calme	0,08
10	566,59	+ 5,44	566,01	567,47	— 2,30	+ 6,57	— 4,2	+ 1,0	.....	.....	....	SO. 1	0,21
11	564 06	+ 2,94	563,54	564,84	— 4,76	+ 4,13	— 6,2	— 3,7	.....	.....	....	SO. 1	0,42
12	562,17	+ 1,07	562,01	562,65	— 7,71	+ 1,20	— 9,5	— 5,6	.....	.....	....	NE. 1	0,00
13	564,74	+ 3,67	563,48	566,27	— 5,70	+ 3,23	— 9,7	— 3,8	.....	.....	....	NE. 1	0 00
14	566,70	+ 5,66	566,34	567,23	— 2,65	+ 6,30	— 4,1	+ 0,8	.....	.....	....	calme	0,00
15	566,87	+ 5,86	566,46	567,82	— 3,02	+ 5,95	— 5,0	— 0,4	.....	.....	....	SO. 1	0,01
16	562,35	+ 1,37	560,62	564,32	— 8,56	+ 0,43	— 9,2	— 6,8	.....	.....	....	SO. 1	0,69
17	557,83	— 3,12	556,54	559,34	— 8,37	+ 0,64	—10,0	— 7,2	.....	.....	....	SO. 1	1,96
18	558,76	— 2,16	556 54	560,85	—10,61	— 1,59	—13,5	— 6,2	.....	.....	....	NE. 2	0,33
19	564 99	+ 4,10	562,56	566,93	— 1,53	+ 7 50	— 4,8	+ 0,3	.....	.....	....	NE. 1	0,28
20	567,99	+ 7,13	567,31	568,53	+ 1,40	+10,44	+ 0,2	+ 5,0	.....	.....	....	calme	0,18
21	569,19	+ 8,37	568,03	570,62	— 0,01	+ 9,04	— 1,2	+ 2,4	.....	.....	....	calme	0,00
22	572,25	+11,46	571,09	572,87	+ 1,14	+10,20	0,0	+ 4,2	.....	.....	....	calme	0,29
23	570,53	+ 9,77	569,63	571,63	— 1,36	+ 7,71	— 5,2	+ 2,5	....	.....	....	calme	0,00
24	567,53	+ 6,80	566,33	568,63	— 5,39	+ 3,68	— 7,5	— 2,5	.....	.....	....	NE. 1	0,27
25	564,95	+ 4,26	564,40	566,37	— 8,62	+ 0,46	— 9,4	— 7,7	.....	.....	....	NE. 1	0,68
26	568,06	+ 7,41	566,82	568,57	— 8,19	+ 0,89	— 9,2	— 6,0	.....	.....	....	NE. 1	0,29
27	567,14	+ 6,53	566,72	567,85	— 6,10	+ 2,98	— 8,2	— 2,9	.....	.....	....	NE. 2	0,42
28	564,46	+ 3,89	563,74	565,67	— 8 76	+ 0,32	—10,2	— 7,2	.....	.....	....	NE. 2	0,24
29	565,07	+ 4,53	563,82	565,77	— 4,06	+ 5,02	— 6,8	— 1,6	.....	.....	....	NE. 1	0,00
30	565,16	+ 4,65	564,83	565,83	— 3,99	+ 5,08	— 5,3	— 2,0	.....	.....	....	NE. 1	0,00
31	564,69	+ 4,21	563,80	565,53	— 9,07	0,00	—10,7	— 7,6	.....	.....	....	NE. 1	0,01

* Ces colonnes renferment la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

MOYENNES DU MOIS DE JANVIER 1874.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	563,58	564,03	564,51	564 37	564,20	564,24	564,13	564,21	564,36
2e »	563,35	563,71	564 01	563,98	563,61	563 65	563,65	563,90	563,94
3e »	566,84	567,39	567 69	567,54	567,22	567,18	567,14	567,27	567,38
Mois	564,66	565,12	565,48	565,37	565,08	565,09	565,05	565,20	565,29
Température.									
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade	— 9,72	— 9,57	— 8,90	— 7,27	— 6,83	— 7,38	— 8,89	— 9,13	— 9,47
2e »	— 6 15	— 5,86	— 5,27	— 4,33	— 3,48	— 3,73	— 5,10	— 5,36	— 5,37
3e »	— 5,15	— 5,40	— 5,08	— 3,72	— 3,09	— 4,25	— 5,55	— 5,45	— 5,11
Mois	— 6,95	— 6,89	— 6,37	— 5,06	— 4,42	— 5,09	— 6,48	— 6,61	— 6,60

	Min. observé.*	Max. observé.*	Clarté moyenne du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	°	°		mm	mm
1re décade	—10,74	— 6,34	0,30	4,6	70
2e »	— 7,18	— 2,76	0,29	—	—
3e »	— 6,70	— 2,58	0,20	—	—
Mois	— 8,16	— 3,85	0,26	4,6	70

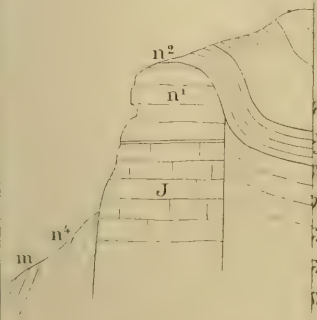
Dans ce mois, l'air a été calme 22 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 2,05 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45 E., et son intensité est égale à 29,0 sur 100.

* Voir la note du tableau.

Fig 1. — Mont Salèv
(Petite Gorge)

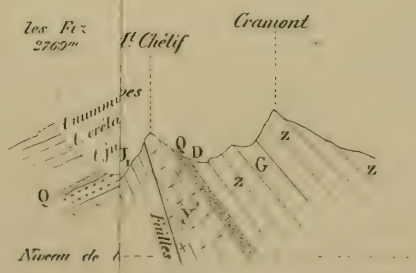


J *Calc. jurassique (Corallien)*
n¹ *Calc. à Natica Leviathan*
n² *Calc. à Ostrea rectangularis*
n³ *Marnes à Spatangues*
n⁴ *Calc. jaune et calc. d'Argovien*
m *Molasse*

Légende.

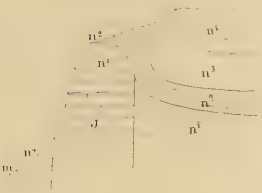
Jurassique inf.r (lias et ool. inf.re) schisteux
Gypse. — Ga *Anhydrite*
Schistes lustrés
Dolomie
Grès blancs ou bigarrés, dits quartzites
Grès à anthracite. — Hr *Poudingue*
Schistes chloriteux et micacés
Gneiss. — Y *Protogine*

Trias



LITH. F. NOVERRAZ, GENÈVE.

Fig 1. — Mont Salève
(Petite Gorge)



J *Calc. jurassique (Corallien)*
n¹ *Calc. à Natica Leviathan*
n² *Calc. à Ostrea rectangularis*
n³ *Marnes à Spatangues*
n⁴ *Calc. jaune et calc. Urgonien*
m *Molasse*

Fig. 2. — *Lambeaux calcaires horizontaux et discordants sur les sommets, plissés et semblant concordants dans les vallées. Diagramme théorique des glissements relatifs qui peuvent expliquer cette disposition*

Fig. 3. — *Coin calcaire dans le Gneiss (Alpes Bernoises) Diagramme théorique des deux glissements successifs par lesquels on peut expliquer cette intercalation*

Légende.

J₁ *Jurassique inf.r (lias et ool inf.re) schisteux*
G *Gypse. — Ga Anhydrite*
z *Schistes lustrés*
D *Dolomie*
Q *Grès blancs ou bigarrés, dits quartzites*
h *Grès à anthracite — h.r Poudingue*
y' *Schistes chloriteux et micacés*
Y' *Gneiss — Y' Protogine*

Trias

Fig 4. — Coupe du massif du Mont Blanc, des Fiz au Cramont. — Echelle $\frac{1}{150,000}$

RÉSUMÉ
D'OBSERVATIONS SPECTROSCOPIQUES DU SOLEIL
FAITES A GENÈVE

PAR

M. EMILE GAUTIER.

(Lu à la séance de la Société de Physique et d'Histoire natur. du 5 février 1874.)

Il y a trois ans et demi que j'ai commencé à étudier les phénomènes solaires à l'équatorial de notre observatoire mis obligeamment à ma disposition par M. Plantamour. J'y ai adapté un spectroscope à vision directe de Hoffmann, composé de cinq prismes, pareil à celui dont se sert à Rome, en son observatoire du Capitole, M. Respighi, qui m'a initié en mars 1870 à ce genre de recherches. J'ai suivi, comme lui, le procédé inventé par M. Zœllner, basé sur la découverte de MM. Lockyer et Janssen d'août 1868. L'objectif de notre lunette n'est que de 102 millimètres, inférieur à l'équatorial du Capitole d'environ un demi-pouce. Mais la principale infériorité de notre situation résulte de la qualité du ciel, si souvent couvert dans la saison froide et si souvent imprégné en été d'une vapeur blanche permettant l'observation des taches, mais empêchant absolument celle des protubérances. Le fait d'habiter à distance de son instrument, sans pouvoir profiter de chaque éclaircie de l'atmosphère, constitue un autre grave empêchement à de fructueuses études. Dans de récents travaux sur le Soleil, la conve-

nance d'avoir constamment l'œil sur le contour de son disque est indiquée comme un desideratum à réaliser pour les progrès de la science. Il faudrait un personnel nombreux pour y satisfaire, l'observation persistante de l'astre lumineux fatiguant assez vite l'œil. Le peu que j'ai vu peut être considéré comme une vérification ou une confirmation des découvertes faites par les astronomes mieux situés, mieux pourvus et plus assidus. Ce qui suit en sera un bref exposé.

Je cherche à faire le plus souvent possible le tour du disque du Soleil, ayant la fente de mon spectroscope placée tangentiellement au bord de l'astre. Je suis alors, dans la raie C de l'hydrogène, les apparences que présente la surface extérieure de la chromosphère, m'arrêtant à chaque accident de son contour pour en dessiner les formes, avec indication de l'angle de position du phénomène et de l'heure de l'observation. Pour maintenir la fente de l'instrument en contact avec le bord du disque, il est nécessaire de manier continuellement les vis imprimant un mouvement doux à la lunette en déclinaison et en ascension droite. Pour changer l'inclinaison de la fente, et faire mouvoir le spectroscope autour de son axe, il serait fort désirable d'avoir une troisième main, ainsi que l'a très bien dit un de mes confrères allemands ; mais c'est un vœu d'une réalisation malaisée. On y supplée comme on peut, en abandonnant tantôt l'une, tantôt l'autre des verges procurant les mouvements précités. La revue du contour du disque prend alors d'un quart d'heure à une demi-heure, suivant le nombre des objets à dessiner. S'il en est qui fassent présumer des modifications promptes, ou méritant un intérêt spécial, on retourne à l'angle de position correspondant et on note leurs phases successives.

Pendant les deux cent vingt-sept observations du contour solaire que j'ai pu recueillir jusqu'à la fin de 1873, j'ai fait connaissance assez intime avec les diverses classes de phénomènes qui s'y produisent pour suivre et apprécier les opinions de mes collègues dans ce genre d'étude.

La classification fondamentale des protubérances en deux grandes catégories, les protubérances légères, nuageuses, et les protubérances compactes, brillantes, auxquelles on applique aussi le nom de métalliques, à cause des diverses raies qu'elles rendent lumineuses dans le spectre solaire, est partout admise. Il ne faut pourtant pas la considérer comme absolue. Les mêmes formes peuvent se rencontrer dans des émanations chromosphériques appartenant aux deux espèces, et le mélange de ces deux catégories peut aussi exister dans de certains cas dans les mêmes apparences. Ainsi des protubérances métalliques peuvent avoir des appendices plus ou moins vaporeux ou floconneux ; au milieu de brouillards protubérantiels, on peut voir jaillir des jets déliés et brillants de nature essentiellement métallique (fig. 5 et 14). La forme éruptive qui est un caractère ordinaire des protubérances brillantes se présente aussi chez les autres; en revanche on peut rencontrer, suspendus dans l'atmosphère solaire, des filets lumineux ayant tous les caractères des protubérances métalliques, naissant, se modifiant et disparaissant sans connexion apparente avec la chromosphère et la photosphère sous-jacentes (fig. 2).

Le mode de production des phénomènes protubérantiels peut se classer sous trois chefs principaux : les éruptions, les exhalaisons et les formations détachées.

Les éruptions sont manifestes dans une foule de cas et donnent lieu à ces apparences si fréquentes (fig. 6, 8, 15),

où un panache, retombant vers la surface du Soleil, dessine des éventails, des champignons, des saules pleureurs et autres modèles, où la matière projetée, émergeant de la masse solaire sous un diamètre réduit, s'étale ensuite à une hauteur plus ou moins grande. Dans le cas de protubérances métalliques, la matière jaillissante peut s'élever sans s'étaler. Elle retombe alors parfois sous le même diamètre que celui d'émission (fig. 6), produisant ces singulières apparences de boucles lumineuses, minces et arrondies, tantôt fermées, tantôt restant ouvertes du côté descendant. Elle peut aussi projeter des espèces de fusées (fig. 9, 11) qui s'envolent dans l'atmosphère solaire et disparaissent aux regards sans laisser de traces.

Les exhalaisons ou émissions plus ou moins étendues de vapeurs protubérantielles, sont le mode le plus ordinaire de formation de ces phénomènes (fig. 3, 7, 12, 13). Elles sont quelquefois un simple épaississement de la chromosphère ; dans d'autres cas, elles s'étendent à des hauteurs considérables. M. Respighi en a vu s'élever jusqu'à six minutes ; je n'ai guère vu dépasser la hauteur de trois minutes. Leur largeur peut embrasser quinze, vingt degrés de la périphérie solaire et même davantage. Leurs formes varient à l'infini et il serait inutile d'en tenter une description. Mais quelle que soit cette forme, on discerne des apparences différentes sur leur masse, dont l'éclat est variable, dont la teinte est souvent inégale, nuancée, quelquefois striée de bas en haut, offrant de l'analogie avec un balai et conservant des pointes aiguës dans le haut ; d'autres fois floconneuse et présentant un certain moiré. Ajoutons encore que l'exhalaison peut rappeler la forme éruptive, lorsque plusieurs cratères voisins envoient des émanations qui se rejoignent. On aperçoit alors l'ap-

parence bien connue d'arcades (fig. 4 et 12). Nous en avons vu jusqu'à cinq ou sept juxtaposées dans la même protubérance ; elles peuvent même être superposées. Il est difficile de s'expliquer la possibilité d'apparences de ce genre, quand on réfléchit que les phénomènes protubérantiels ne sont pas des décorations de médiocre épaisseur autour du disque solaire, mais qu'ils peuvent, qu'ils doivent avoir, selon toute vraisemblance, des dimensions aussi étendues dans le sens du rayon visuel que dans le sens qui lui est perpendiculaire. Dans le voisinage des pôles on n'observe guère que cette seconde espèce de protubérances [1]. Le P. Secchi a signalé, à l'occasion des phénomènes se manifestant dans ces régions, un fait qui, quoique controversé, m'a souvent frappé : savoir que lorsqu'on observe une protubérance près d'un pôle, il s'en trouve ordinairement une symétrique à l'autre extrémité du diamètre solaire correspondant et près du pôle opposé.

Les formations détachées, ou nuages planant au-dessus de la chromosphère, peuvent être le résultat d'éruptions ou d'exhalaisons de la masse solaire (fig. 9, 10) ; elles peuvent aussi naître spontanément dans l'atmosphère et se manifester sous la forme de pluies de feu, comme M. Tacchini en a signalé des exemples, auxquels il a donné le nom de « phénomènes secondaires. » Les premières sont de beaucoup les plus fréquentes. Elles peuvens conserver les mêmes formes pendant un temps prolongé et aussi en changer plus ou moins rapidement. Certaint

[1] La figure 8 représente cependant une exception à cette règle. La protubérance dessinée rappelant la forme éruptive et ayant offert des modifications considérables assez promptes, à 20 degrés seulement du pôle austral.

nuages, après avoir subi diverses transformations, peuvent retomber sur la chromosphère et l'atteindre par une de leurs portions saillantes, produisant l'apparence illusoire d'une éruption. Ainsi, dans notre observation du 15 avril 1872, la protubérance dessinée dans la fig. 1, vue pour la première fois à cinq heures, aurait sûrement été considérée comme une éruption, tandis qu'elle était le résultat de l'abaissement graduel d'un nuage lumineux qui flottait à distance deux heures auparavant [1].

La correspondance existant entre les protubérances et les apparences plus anciennement connues et étudiées à la surface du Soleil, est un fait aujourd'hui bien constaté. Partout où se manifestent des taches et des facules, il y a plus de chances de rencontrer des protubérances, surtout des protubérances métalliques. Dès l'année 1870, M. Respighi a signalé cette coïncidence, en la caractérisant de divers détails généralement confirmés. Il est donc probable que les mêmes périodes, reconnues quant à l'apparition des taches et dénotant des phases régulières dans l'activité de la fournaise solaire, seront reconnues dans les protubérances.

Mais jusqu'à quel point les trois phénomènes : taches, facules et protubérances sont-ils solidaires, concomitants ou identiques? dans quel rapport d'influence mutuelle se trouvent-ils? Ce sont des questions encore loin d'être élucidées. De tout temps on a remarqué la connexion existante entre les facules et les taches. On y a rattaché depuis peu d'années la fréquence des protubérances. Mais l'analogie ne doit pas être poussée trop loin. De

[1] Le dessin de cette protubérance se trouve dans la Planche V de la note v de M. Respighi, du 5 mai 1872, pris dix minutes avant ma première observation, avec des formes très semblables.

même qu'il y a des facules sans taches, il y a aussi des protubérances sans accompagnement de taches ni de facules. Preuve en est qu'on rencontre des protubérances sous toutes les latitudes héliographiques, tandis que les autres apparences ne s'observent que sur une zone très limitée près de l'équateur solaire. La démonstration directe de la non-identité des phénomènes ne peut pas être fournie par l'observation, la constatation des protubérances cessant d'être possible au moment où on commence à observer les taches et les facules. Mais d'autres considérations militent en faveur d'une distinction bien tranchée à établir entre ces différentes classes de phénomènes; et nous ne saurions partager l'idée de M. Tacchini tendant à identifier les protubérances et plus particulièrement les protubérances métalliques avec les facules[1]. Les facules sont un phénomène plus fréquent et surtout plus durable que les protubérances métalliques. Le même astronome nous raconte l'observation d'une facule[2] dont la présence a pu être constatée pendant une demi-rotation du Soleil. Les caractères connus des protubérances brillantes ne s'accordent guère avec une durée ainsi prolongée. Aussi admettons-nous pleinement la coïncidence des phénomènes, mais non pas leur identité. Tous sont des symptômes de l'activité de la fournaise solaire qui est variable, soit d'une manière générale et régulière selon des périodes dont l'étude est poursuivie avec persévérance par M. R. Wolf, soit capricieusement, par places, dont rien ne peut faire prévoir jusqu'ici la position.

Nous pouvons présumer dès à présent que la fré-

[1] Voyez *Archives*, tome XLVII, p. 264, août 1873.

[2] *Memorie della Società degli Spettroscopisti Italiani*, tome II, p. 99, juillet 1873.

quence des protubérances et la moyenne de leurs dimensions suivront des variations correspondantes à celles des taches. La période actuelle d'observations ne s'étend pas encore à la moitié d'une des principales phases reconnues dans les apparitions de celles-ci. Néanmoins le parallélisme existe et nous sommes aujourd'hui en présence d'une décroissance bien caractérisée dans les deux classes de phénomènes. La décroissance dans le nombre et dans les dimensions des protubérances paraît même précéder et dépasser celle des taches. Elles sont beaucoup plus rares et moins développées qu'à l'origine des observations régulières; je veux dire en 1869. Depuis quelques mois leur amoindrissement est surtout sensible, et aujourd'hui leurs apparences sont presqu'insignifiantes, tandis qu'il y a encore de grandes et abondantes taches. La chromosphère elle-même paraît s'être amincie, et il y a des jours où j'ai mille peines à la discerner; mais il est difficile de faire la part de la mauvaise transparence de l'air en cette affaire.

Il y a dans cette diminution des phénomènes une consolation pour l'astronome qui cherche à les voir et qui se trouve constamment entravé par les circonstances atmosphériques les plus défavorables. Elles l'ont été rarement, je m'assure, au degré où je les ai rencontrées dans la seconde partie de l'année écoulée. On s'en convaincra lorsque j'aurai mentionné que pendant tout le dernier trimestre de 1873, le Soleil a à peine été visible pour l'observation, et que pendant le trimestre précédent, je n'ai eu que sept fois la bonne chance d'une visibilité satisfaisante dans les phénomènes chromosphériques.

Les astronomes italiens, quoique beaucoup moins maltraités, ont aussi à pâtir de ces difficultés. M. Respighi,

celui qui a fourni le contingent le plus considérable de découvertes dans ce genre de poursuites, s'en plaint entre autres, tout en défendant vaillamment l'emploi des instruments de dimensions médiocres pour cette étude. Il a pu entreprendre avec le sien des recherches intéressantes sur les raies lumineuses visibles dans la chromosphère et ses dépendances. Je n'ai réussi que dans de très rares occasions jusqu'ici à voir briller celles du magnésium et quelques autres bien connues des spectroscopistes. La beauté du spectacle m'a rendu très avide de le voir se reproduire, mais sans succès. Nous avons transcrit naguère le récit d'une observation de M. Tacchini, qui avait reconnu un jour la présence du magnésium sur près des deux tiers du pourtour solaire[1]. M. Respighi va plus loin encore aujourd'hui. Selon lui il serait impropre de parler de « régions du magnésium » sur la chromosphère, parce que ce métal, de même que le fer et la substance correspondant à la raie 1474 de Kirchhoff, existerait partout sur le disque solaire. Dès que les circonstances sont favorables à l'observation il constate la présence de ces éléments sur toute l'étendue de la chromosphère, en adaptant à son spectroscope un oculaire plus puissant. Je vais sur son conseil essayer le même procédé et je suis déjà muni du nécessaire ; mais la pénurie actuelle des phénomènes chromosphériques ne m'a permis encore aucune expérience fructueuse.

Au point de vue de la constitution du Soleil, les observations dont je viens de donner un bref narré, ont-elles modifié les vues précédemment émises ici, et que j'ai commencé à vous exposer il y a dix ans tout à l'heure ? Le sujet a dès lors été fréquemment traité par un grand

[1] Voyez *Archives*, tome XLIV, p. 158, juin 1872.

nombre d'astronomes et de physiciens : plus qu'à aucune autre époque, il a attiré l'attention. Je n'ai rien trouvé jusqu'ici dans leurs publications, ni dans les phénomènes observés, qui puisse me faire abandonner la théorie qui m'avait paru alors la plus plausible. Les savants les mieux placés pour se prononcer dans la question s'en sont plus ou moins rapprochés. Tout est loin d'être expliqué, éclairci; mais je ne doute pas que ce ne soit dans cette voie que la solution du problème ne soit trouvée, si la science humaine parvient un jour à l'élucider.

L'hypothèse du Soleil solide ne peut plus être soutenue depuis la découverte des variations de durée dans la rotation des taches suivant leur latitude, sans parler des autres arguments qui militent contre elle. Il faut donc admettre la fluidité du globe incandescent, qui est liquide suivant les uns, gazeux suivant les autres, ou tenant partiellement de ces deux états à la fois. La densité moyenne de l'astre nous fait pencher pour la liquidité, comportant la présence de gaz de toute espèce contenus dans le mélange en fusion, souvent à d'énormes pressions. La surface extérieure en est tout à fait recouverte; ils contribuent à former la couche brillante nommée photosphère, dans laquelle on reconnaît au spectroscope la présence de nombreuses matières étudiées sur notre Terre, et où se manifestent les accidents connus sous le nom de taches et de facules. L'explication de ces accidents, tout comme des phénomènes inhérents à la couche chromosphérique enveloppante est le problème poursuivi par les astronomes. La diversité de leurs opinions est l'indice le plus catégorique de l'absence d'une solution définitive et certaine. Je ne veux point exposer ici ces opinions, ni entrer dans le débat. Je me bornerai à les classer sous deux chefs prin-

cipaux : l'hypothèse des taches-cyclones, soutenue surtout par M. Faye et celle des taches-scories ou nuages, adoptée par plusieurs observateurs réguliers et assidus des phénomènes solaires.

Dans la première hypothèse, des considérations ingénieusement motivées par les différentes vitesses de rotation des divers parallèles de la masse solaire et devant produire des mouvements giratoires à sa surface, font assimiler les taches aux tourbillons existant dans les cours d'eau. Mais si cette cause est plausible et produit un effet conforme aux prévisions mécaniques de la théorie, les faits observés correspondent si mal avec cette conception, que jusqu'ici aucun astronome n'a pu l'admettre. Elle est cependant défendue avec talent, mais avec certaines modifications essentielles, par M. Reye, professeur à Strasbourg.

L'hypothèse attribuant les taches à des matières obscurcissantes s'accumulant et se modifiant à la surface de l'astre sous diverses influences fait en revanche constamment de nouveaux adeptes. Ces matières sont placées par les uns au-dessus du niveau général de la photosphère, par d'autres à ce niveau même, ou au-dessous. Elles sont supposées gazeuses, ou solides suivant les auteurs; elles peuvent être le résultat de variations dans l'état calorifique de la masse solaire; des éruptions observées à sa surface et qui peuvent retomber condensées sur la photosphère; d'actions chimiques encore ignorées. Nous vous avons fait part le 3 mars 1864[1] de nos présomptions sur l'état solide des scories flottant à la surface solaire et donnant lieu aux apparences des taches. Ainsi

[1] Voyez *Archives*, tome XIX, p. 265 et suivantes; tome XXII, p. 21 et suivantes.

que nous l'avons dit tout à l'heure, nous persistons dans cette idée, à laquelle ont adhéré plusieurs auteurs et tout particulièrement M. Zœllner, dont les vues ont été développées à maintes reprises à l'Académie royale des sciences de Saxe et récemment encore le 7 novembre 1873.

La conclusion de sa dernière communication est que l'hypothèse de matières analogues à des scories, résultant du refroidissement provoqué à la surface du Soleil par le rayonnement, est la seule qui explique les taches solaires sans être en contradiction avec les lois de la physique et les faits constatés par l'observation. Nous nous rangeons entièrement à cette conclusion, sans vouloir toutefois restreindre l'origine présumable des scories, au seul phénomène d'un refroidissement local de portions de la surface solaire.

Observation. Les deux planches jointes à ce résumé, et très imparfaitement réussies, présentent quelques échantillons de dessins de protubérances, choisis parmi ceux qui nous ont paru les plus intéressants. On ne doit pas s'attacher d'une manière stricte à l'épaisseur indiquée pour la couche chromosphérique correspondante et couvrant la photosphère, celle-ci représentée par le trait blanc inférieur. La hauteur des protubérances est représentée à l'échelle de 1 millimètre pour 1 seconde d'arc, soit environ 700 kilomètres ou 160 lieues. L'angle P ou angle de position est compté du pôle nord, et correspond au milieu de la protubérance observée.

L'EXPÉDITION SCIENTIFIQUE

DU NAVIRE DE S. M. BRITANNIQUE

LE CHALLENGER[1]

Depuis quelques années les recherches sur la physique de la mer et sur les faunes marines ont pris un intérêt tout nouveau, grâce aux importantes découvertes des savants norwégiens, anglais et américains. Les *Archives* ont consacré déjà plusieurs articles [2] à l'analyse des travaux relatifs à la profondeur, aux courants, à la température, à la nature du fond et à la population animale de l'Océan. Nous venons essayer aujourd'hui de rendre compte des efforts considérables que l'on tente en vue d'élargir le champ de nos connaissances dans ces différentes directions.

L'Angleterre, qui avait déjà fait plus de sacrifices qu'aucune autre nation pour l'étude de la mer, a organisé récemment une expédition scientifique grandiose dans le

[1] Nous nous sommes servi pour composer cet article : 1° des lettres de M. Wyville Thomson et autres notes publiées dans le journal anglais *Nature*, vol. VI, VII, VIII et IX ; 2° d'une lettre de M. v. Willemoes-Suhm à M. le professeur de Siebold, insérée dans la *Zeitschrift für wissensch. Zoologie*, vol. XXIII, 2me cahier, 1873 ; 3° d'un article de M. Petermann, accompagné d'une carte, qui a paru dans les *Geographische Mittheilungen*, 1873, n° 12.

[2] Voyez *Archives*, 1869, tome XXXV, p. 321 ; 1871, tome XLI, p. 66, 175, 285, tome XLII, p. 190 ; 1873, tome XLVI, p. 218, tome XLVII, p. 331.

but d'étendre à tout l'océan Atlantique et au Pacifique les recherches de cet ordre qui n'avaient été faites jusqu'à présent d'une manière un peu complète que sur certains points des côtes de l'Europe et de l'Amérique du Nord.

Nous n'avons plus affaire ici à un de ces voyages de circumnavigation conçus autant dans le but de « montrer son pavillon » que de servir les intérêts de la science, et dans lesquels un ou deux naturalistes admis à bord en sont réduits à récolter rapidement quelques échantillons sur les côtes où le commandant du navire juge bon d'aborder. Les choses ont été cette fois comprises tout autrement, et l'on peut dire que l'amirauté anglaise a mis en pratique le « cedant arma togæ. » Elle a fait déposer au Challenger seize canons sur les dix-huit dont il était armé, et a remplacé cet appareil guerrier par un outillage scientifique. C'est le ministère de la marine qui subvient à tout avec une libéralité sans précédent ; mais ce sont des hommes de science pure qui ont tout dirigé.

Pour faire comprendre l'importance de cette expédition et ce que l'on est en droit d'attendre d'elle, nous devons dire d'abord sous quelle direction elle a été organisée, quel plan on lui a tracé et quel est le personnel chargé des recherches scientifiques. Nous verrons ensuite quels sont les résultats auxquels sont déjà arrivés les explorateurs au point de vue de la géographie, de la physique de la mer et de la zoologie.

A la demande de l'amirauté, la Société Royale nomma un comité chargé de rédiger des instructions pour l'état-major scientifique du Challenger. Ce comité fut composé de savants représentant toutes les branches des sciences physiques et naturelles, et renfermant entre autres plu-

sieurs hommes qui ont fait leurs preuves comme voyageurs, tels que MM. Hooker, Huxley, Alfred R. Wallace.

Le Challenger devait faire d'abord au travers de l'Atlantique quatre sections plus ou moins obliques partant de Madère et aboutissant au cap de Bonne-Espérance. Cette première partie de son voyage est déjà terminée. Du Cap il ira explorer les îles Marion, Crozet et Kerguélen, et s'avancera ensuite aussi loin vers le sud que le lui permettra la barrière de glaces du pôle antarctique. Remontant ensuite au nord, il se dirigera par Melbourne, Sidney et le détroit de Torrès vers Timor; il traversera le détroit de Lombok et arrivera à Manille par la mer de Soulou. Des Philippines il fera une pointe au sud-est pour visiter quelques îles du Pacifique, telles que la Nouvelle-Irlande, la Nouvelle-Bretagne, les Salomon et les Pelew. Après avoir exploré cette région occidentale du Pacifique, il se rendra au Japon. Du Japon il traversera le Pacifique septentrional de l'ouest à l'est pour arriver à Vancouver. Puis de Vancouver il fera une nouvelle section du Pacifique, mais cette fois du nord au sud, pour atteindre Valparaiso en visitant sur sa route l'île de Pâques. Quittant Valparaiso vers la fin de 1875, il ira, par le détroit de Magellan et les îles Falkland, à Rio de Janeiro, et rentrera enfin en Angleterre en touchant à l'Ascension.

Cet immense itinéraire, qui nécessite un voyage de trois ans et demi, permettra d'étudier d'une manière comparative les principaux phénomènes physiques de l'Océan et de récolter des renseignements précieux sur les faunes profondes d'un grand nombre de points, entre autres sur celles des mers antarctiques. Une attention particulière sera donnée à la faune et à la flore des îles Marion, Cro-

zet et Kerguélen. On recommande aussi à l'expédition de toucher si possible aux îles Auckland, Campbell et surtout aux îles Macquarie. La Nouvelle-Bretagne et la Nouvelle-Irlande sont très-mal connues et leur position géographique fait désirer tout spécialement d'obtenir sur elles des données zoologiques, botaniques et ethnologiques. La route tracée au Challenger dans cette partie du Pacifique fournit l'occasion de contrôler et de répéter les anciennes observations relatives à la structure des récifs de coraux et à l'accroissement des coraux. Enfin, la section entre le Japon et Vancouver d'une part, et celle entre Vancouver et Valparaiso de l'autre traversent d'immenses étendues de l'Océan sur lesquelles on ne sait presque rien au point de vue de la géographie physique et de la distribution des êtres vivants.

Les nombreuses recommandations du comité de la Société Royale relatives aux observations physiques portent principalement sur les questions de profondeur, de température de la mer et de pesanteur spécifique de l'eau à diverses profondeurs. Un point qui devra être étudié d'une manière spéciale, c'est la diminution de la température de haut en bas dans la région de la plus grande activité des récifs de coraux. On recommande aussi l'étude des marées, des courants, de la transparence de l'eau et enfin les rapports de la pression barométrique avec la latitude.

A côté de ces observations physiques et liées avec elles, on fera des analyses chimiques destinées à doser les gaz, les sels et les matières organiques de l'eau de mer.

En ce qui concerne la géologie, on devra récolter tous les renseignements possibles sur les régions qui n'ont pas encore été observées à ce point de vue, et rechercher les

preuves d'exhaussement ou d'affaissement récents des côtes.

Les desiderata relatifs à la botanique sont si nombreux qu'il ne sera guère possible aux naturalistes du Challenger de faire droit à tous ; mais il suffirait qu'ils pussent en remplir quelques-uns pour avoir rendu des services importants à la géographie botanique. On a insisté d'une manière particulière sur l'étude des petites îles océaniques qui, dans beaucoup de cas, sont les derniers refuges de flores d'une haute antiquité. D'ailleurs, comme c'est le cas pour celle de Sainte-Hélène, ces flores sont exposées à être exterminées et ainsi irrévocablement perdues pour la science lorsque l'île vient à être occupée par l'homme et peuplée d'animaux domestiques.

Les instructions qui portent sur la zoologie sont beaucoup moins développées. Elles signalent seulement quelques points à l'attention des explorateurs : ainsi un examen de la faune littorale du détroit de Torrès sur la côte de la Nouvelle-Guinée pour la comparer à celle de la côte australienne correspondante, et une étude de la « ligne de Wallace » dans l'archipel malais. Du reste, l'on s'en remet avec une juste confiance au chef scientifique de l'expédition, M. C. Wyville Thomson, pour toutes les recherches zoologiques. Ce savant distingué a déjà montré ses talents d'observation dans les expéditions du Lightning et du Porcupine. Il est, pour nous servir d'une expression favorite des Anglais : « the right man in the right place. » On lui a adjoint comme naturalistes :

1° Un jeune zoologiste allemand versé dans la connaissance des animaux inférieurs, M. le Dr R. v. Willemoes-Suhm, ancien élève du professeur C.-Th. von Siebold.

2° M. H.-N. Moseley, zoologiste anglais, qui consacrera aussi une partie de son temps aux invertébrés et s'occupera des collections botaniques.

3° M. Murray, d'origine canadienne, qui a déjà navigué sur un baleinier et à qui incombent plus spécialement les travaux relatifs aux Vertébrés.

M. J.-Y. Buchanan est chargé des analyses chimiques. M. J.-J. Wild, de Zurich, qui est attaché à M. Wyville Thomson comme secrétaire particulier, est un artiste habile et rend, à ce qu'il paraît, de grands services par son aptitude pour les dessins d'histoire naturelle.

Le commandant du navire est le capitaine G.-S. Nares, bien connu comme auteur d'un ouvrage remarquable très-employé dans la marine britannique. Il a pour second M. J.-P. Maclear, fils de Sir Thomas Maclear, ancien astronome royal au Cap. Cet officier a déjà fait partie des deux expéditions qui ont observé les dernières éclipses en Espagne et à Ceylan. C'est lui qui est chargé des observations magnétiques.

On a adjoint à ces savants un sous-officier du génie, habile photographe.

Rien n'a été épargné pour doter ce personnel de toutes les ressources matérielles qui peuvent faciliter ses travaux scientifiques.

Le Challenger est une corvette (main-deck corvette) mixte, de 2300 tonneaux, c'est-à-dire d'un tonnage supérieur à celui qu'avaient entre eux les trois navires de l'expédition de Cook en 1772. Ses machines sont d'une puissance nominale de 400 chevaux. Il porte six embarcations, au nombre desquelles est une pinasse à vapeur. On a profité de la place gagnée sur l'artillerie pour améliorer les aménagements du navire. Il y a un labora-

toire de zoologie bien monté, un laboratoire de physique et de chimie, et une chambre obscure avec laboratoire pour le photographe. Un espace assez vaste a pu être attribué aux appareils de sondage et de draguage, aux instruments thermométriques et photométriques, etc. Une soute à alcool renferme une provision considérable de liquide, et des milliers de flacons sont destinés à contenir les récoltes des zoologistes. Il y a à bord une quarantaine de dragues et toutes sortes de harpons, de filets et autres engins de pêche. Plusieurs centaines de milles d'excellente corde ont été préparés à Chatham en vue du draguage. Les voyageurs ont été pourvus pour les recherches physiques de nombreux instruments dont plusieurs nouvellement imaginés. L'on a construit, d'après les directions de M. Moseley, un petit aquarium destiné à l'étude du développement des animaux marins. Cet appareil est entièrement fermé, sauf par les temps parfaitement calmes ; le renouvellement de l'eau s'effectue au moyen d'un courant d'eau constant, pénétrant dans l'aquarium et en ressortant au travers de plaques percées en pommes d'arrosoir. Enfin, une bibliothèque scientifique assez bien garnie complète les ressources mises à la disposition des voyageurs.

Les appareils de sondage ont subi des perfectionnements considérables dans ces dernières années. L'on trouve dans l'ouvrage de M. Wyville Thomson [1] des descriptions et des figures des différents modèles de sondes qui ont été successivement employés. Aujourd'hui, il semble que c'est l'appareil de l'Hydra (Hydra tube) qui a la préférence. Mais ce n'est pas seulement sur la sonde elle-même qu'ont porté les améliorations ; les cordes de

[1] The Depths of the Sea, 1873, page 205.

sondage sont infiniment supérieures à ce qu'elles étaient jadis : leur poids, à longueur égale, a été diminué de 22 °/₀ en même temps que leur résistance a été augmentée de 147 °/₀. Ces nouvelles cordes sont faites de chanvre de première qualité, et on les rend lisses au moyen d'un mélange de cire et d'huile, de sorte que la vitesse avec laquelle elles glissent au travers de l'eau a été augmentée de 17 à 20 °/₀. Aussi le savant rédacteur des *Geographische Mittheilungen* estime-t-il que « ce que le Challenger a mesuré et mesurera encore sera ce qui aura été fait de mieux et de plus exact dans ce genre. »

Maintenant que nous avons esquissé le plan sur lequel est conçue l'expédition, et énuméré les ressources matérielles dont elle dispose, voyons quelle partie de sa tâche a été déjà accomplie et quels résultats ont été obtenus.

Le Challenger, parti de Portsmouth le 21 décembre 1872, a essuyé dans ses premiers jours de navigation d'assez mauvais temps qui ont prouvé que tout avait été bien arrimé. Il a touché d'abord à Lisbonne, puis à Gibraltar, où une semaine environ a été employée à déterminer, avec le secours du câble télégraphique, la différence de longitude entre Malte et Gibraltar. Il est reparti le 26 janvier 1873 pour Madère et Ste-Croix de Ténériffe. Le 16 mars il est arrivé à St-Thomas. De St-Thomas il est allé aux Bermudes et, de là, à Halifax. Retournant ensuite aux Bermudes par une route un peu différente, il a pris cet archipel comme point de départ d'une seconde traversée de l'Atlantique. Arrivé à Madère après un arrêt d'une dizaine de jours aux Açores, il s'est dirigé vers le sud et a atteint les îles du cap Vert (Saint-Vincent) le 27 juillet. C'est à cette date que s'arrêtent, à peu de chose près, les renseignements qui nous sont parvenus jusqu'à présent.

Nous savons seulement que depuis les îles du cap Vert le Challenger a traversé de nouveau l'Atlantique en se dirigeant au sud-sud-ouest sur Bahia, et qu'il a enfin coupé une quatrième fois cet Océan pour atteindre le cap de Bonne-Espérance, visitant en route Tristan d'Acunha et quelques autres petites îles de ce groupe.

Dans cette première série de voyages en zigzag entre l'Europe et l'Afrique d'une part et l'Amérique de l'autre, que l'on peut appeler la campagne de l'Atlantique, l'on a déjà récolté un grand nombre de données intéressantes. Pour faire comprendre leur importance, il suffit de dire que le long de la première section, aboutissant à Saint-Thomas, il a été fait vingt-deux sondages, dont treize accompagnés de draguages, et pris douze séries de températures à différentes profondeurs.

Les sondages du Challenger fournissent des renseignements sur des points encore inexplorés de l'Océan. Ils ont en outre l'avantage, par suite de la perfection des appareils employés, de contrôler les observations dues à des expéditions antérieures. Comme résultat général, l'on remarque déjà que les chiffres fournis par ces nouveaux sondages, auxquels on a toute raison de se fier, sont de beaucoup inférieurs aux maxima admis précédemment pour l'Atlantique du Nord. Quoique l'expédition ait traversé cet Océan en plusieurs sens, elle n'a trouvé nulle part, du moins dans les trois premières sections, ces profondeurs immenses qui avaient été acceptées sur la foi de sondages exécutés avec des instruments imparfaits. Ainsi, l'on voit notée sur les cartes une profondeur de 6600 brasses (fathoms) sans atteindre le fond, c'est-à-dire de plus de 12,050 mètres, tandis que le maximum mesuré par

le Challenger a été de 3875 brasses, soit 7085 mètres[1]. Ce maximum, chose curieuse, n'a pas été trouvé dans les points que l'on considérait jusqu'à présent comme les plus profonds, mais tout près des Antilles, à un degré au nord de l'île d'Anegada. M. Petermann fait observer que ce fait est en accord avec les résultats de nombreux sondages exécutés en 1870 par le commodore John Irwin, de la marine des États-Unis, en vue de la pose d'un câble télégraphique sous-marin le long des côtes méridionales des Antilles regardant la mer Caraïbe. Ces sondages de l'expédition américaine, qui ont été communiqués en manuscrit à l'Institut de Gotha, démontrent que sur toute la ligne qui s'étend de Cuba à Saint-Vincent et à la Barbade il existe une forte déclivité du sol sous-marin commençant immédiatement au rivage.

Les Bermudes sont remarquables aussi, comme le prouvent quelques sondages du Challenger, pour la rapidité avec laquelle le sol descend depuis ces îles jusqu'à des profondeurs de 2000 à 2600 brasses (3660 à 4875 mètres).

Dans la troisième traversée de l'Atlantique, qui s'est faite des îles du cap Vert à Bahia, le Challenger n'a trouvé aucun point ayant une profondeur de plus de 2500 brasses (4690 mètres).

Les renseignements que nous fournissent déjà les lettres écrites par les membres de l'expédition montrent que, dans l'Atlantique du Nord, la température à de grandes profondeurs (2000 brasses et au-dessous) ne s'élève pas au-dessus de 2° C., ce qui confirme complétement l'idée de

[1] La sonde chargée d'un poids de trois quintaux a mis une heure et douze minutes pour atteindre le fond; il a fallu deux heures pour la remonter après qu'elle eut abandonné sa charge.

l'existence d'une couche d'eau polaire au fond du bassin de cet Océan. Ainsi, le 6 mars 1873, la température de l'eau à la surface étant de 23°,3 C., celle du fond, à 2325 brasses (4370 mètres), est de 1°,7 C. Le 10 mars, la température de la surface étant de 23°,3 C., celle du fond n'est que de 1°,6 C. Le 26 mars, jour où la sonde atteignit la profondeur de 3875 brasses (7085 mètres), à 90 milles au nord de Saint-Thomas, la température à 1500 brasses (2745 mètres) de profondeur était de 2°,4 C., celle de la surface étant de 24°,5 C. La courbe construite d'après les températures observées dans cette dernière station, à des intervalles de 100 brasses (183 mètres), indique un abaissement très-rapide et régulier d'environ 20° pendant les 600 premières brasses, puis une diminution beaucoup plus lente dans les couches inférieures. Dans les profondeurs excessives, c'est-à-dire au-dessous de 3000 brasses, la température ne subit probablement plus qu'un très-faible abaissement ; il y a peut-être même une profondeur au-dessous de laquelle elle reste stationnaire. Malheureusement les thermomètres Miller-Casella [1], qui ont bien fonctionné jusqu'à environ 3150 brasses (5760 mètres), n'ont pas pu descendre à de plus grandes profondeurs sans se briser. M. Wyville Thomson croit que l'on pourrait, au moyen d'une petite modification, les rendre susceptibles de résister aux énormes pressions qui agissent sur eux à 3800 ou 3900 brasses.

La nature physique et chimique du fond présente des

[1] Nous employons ici le nom qui a été adopté jusqu'à présent ; il faut cependant reconnaître que les réclamations de MM. Negretti et Zambra, relatives à leur priorité d'invention pour cet instrument, semblent parfaitement justifiées.

différences assez grandes suivant les régions de l'Atlantique que l'on considère. Autant que l'on peut le comprendre d'après les notes de M. W. Thomson, il y a deux sortes principales de fond : une argile rouge (red clay) et une boue à Globigérines (Globigerina mud). L'argile rouge occupe une grande partie de la première section faite par le Challenger au travers de l'Atlantique du Nord. Dans la seconde section, des Bermudes à Madère, l'on a constaté l'existence de cette argile sur une longueur d'environ 1900 milles, c'est-à-dire sur une étendue double de celle qui est occupée par la boue à Globigérines. Elle se retrouve aussi sur la plus grande partie de la route suivie entre Saint-Thomas et les Bermudes. C'est une question d'un haut intérêt, comme le dit avec raison M. W. Thomson, de savoir quelle est la source de ce vaste dépôt et quelles sont les causes de sa distribution dans les parties les plus profondes de l'Océan.

La vase rouge est du silicate d'alumine, avec du sesquioxyde de fer et une faible quantité de manganèse. Cette dernière substance paraît très-répandue dans les profondeurs de l'Océan ; en effet, sur plusieurs points, la drague a ramené de 2435 à 3150 brasses (4450 à 5760 mètres) des corps irréguliers, mamelonnés, finement granuleux, qui sont presque entièrement composés de peroxyde de manganèse.

Les naturalistes de l'expédition, pourvus des appareils les plus puissants et les plus perfectionnés qui aient jamais été employés, ont pu traîner la drague dans les plus grands abîmes que leur sonde ait atteints, et s'assurer ainsi que dans ces immenses profondeurs la vie n'est pas tout à fait absente. L'opération la plus grandiose qui ait encore été faite dans ce genre est celle que le Challen-

ger a exécutée avec succès à la profondeur de 3875 brasses (7085 mètres). Pour que les couteaux de la drague pussent mordre sur le sol sous-marin sans que l'on fût obligé d'employer une longueur de corde exagérée, on plaça un poids de plus de quatre quintaux à environ trois où quatre mètres en arrière de la drague et un autre poids de deux quintaux à 500 brasses (920 mètres) en avant d'elle. Il fallut néanmoins filer 4400 brasses (8045 mètres) de corde de deux pouces. La drague ramena une boue d'un gris rougeâtre contenant une quantité assez considérable de carbonate de chaux. Les seuls animaux rapportés de cette profondeur étaient quelques petits Foraminifères à test calcaire et quelques autres plus grands appartenant au type arénacé.

Le 26 février, dans un draguage à 3150 brasses (5760 mètres), on avait ramené un quintal d'argile rouge très-fine, qui ne contenait non plus que quelques Foraminifères de la famille des Cristellariens, dont le test était formé aux dépens de particules de cette vase rouge.

On pourrait inférer de ces deux opérations que dans les profondeurs excessives il y a une grande pauvreté de la vie animale; mais cette conclusion, tirée d'un ou deux faits négatifs, serait peut-être hâtive, car à 2740 brasses (5010 mètres) l'on a trouvé, outre de nombreux Foraminifères, plusieurs mollusques bivalves vivants; une autre fois, à une profondeur qui n'était pas loin de 3000 brasses, l'on a récolté une Annélide tubicole rentrant dans la famille des *Ammocharidæ* et devant peut-être se placer dans le genre *Myriochele*, Malmgren. Ces captures montrent que, même jusque vers 3000 brasses, l'on trouve des animaux assez élevés en organisation et voisins de ceux qui caractérisent des faunes peu profondes.

Les dragnages entre 1000 et 3000 brasses (1830 et 5485 mètres), opérés dans les deux premières traversées de l'Atlantique, ont déjà procuré plusieurs animaux nouveaux dont quelques-uns sont fort intéressants.

Le 4 mars, sur la section entre Ténériffe et Saint-Thomas, on a ramené d'une profondeur de 1900 brasses (3475 mètres) un Crustacé ayant les caractères des *Astacidæ*, mais différant de tous les Décapodes connus par l'absence complète d'yeux et même de pédoncules oculaires. Il n'y a pas même de trace d'une place pour recevoir ces organes. L'échantillon qui est un mâle mesure 120 millimètres de longueur. Les pattes ambulatoires de la première paire ont des proportions singulières et très-élégantes; elles sont beaucoup plus longues (155^{mm}) que le corps, très-grêles, et terminées par des pinces très-grêles aussi et denticulées. Les quatre autres paires de pattes ambulatoires sont courtes et portent chacune des pinces. M. de Willemoes-Suhm avait donné à cette espèce le nom de *Deidamia leptodactyla*[1], mais M. A.-R. Grote, du musée de Buffalo, a fait remarquer que le nom de *Deidamia* avait déjà été employé pour un genre de Lépidoptères, et a proposé en conséquence, pour ce nouveau type de crustacés, le nom de *Willemoesia*.

Dans des dragnages exécutés du 15 au 25 mars, dans la mer des Antilles, à des profondeurs relativement faibles d'environ 450 brasses (825 mètres), on s'est procuré une seconde espèce du même genre qui a reçu le nom de *Deidamia crucifer* W. S.[1]. Elle présente la même absence complète des organes de la vue, mais se distingue de l'espèce précédente en ce qu'elle n'a de pinces qu'aux quatre premières paires de pattes ambulatoires.

[1] Voyez *Nature*, vol. VIII, p. 51, fig. 2.

Ces deux crustacés possèdent l'appendice lamellaire de la base des antennes externes que l'on trouve chez les *Astacus* et la carapace aplatie des *Palinurus*.

Dans le dragnage qui a procuré la *Willemoesia crucifer*, l'on a obtenu un autre crustacé aveugle de la famille des *Astacidæ*. Bien que cette espèce ait plutôt le facies d'une *Callianassa* que celui d'un *Astacus*, elle ne semble pas présenter de caractères suffisants pour être séparée de ce dernier genre ; aussi M. de Willemoes-Suhm lui a-t-il donné le nom d'*Astacus zaleucus*[2]. A la place où se trouvent les yeux dans les Astacus normaux, il n'y a plus ici que deux espaces ronds et vides, de sorte qu'il semble que les yeux et les pédoncules oculaires aient été soigneusement extirpés et que l'espace qu'ils occupaient ait été fermé par une membrane chitineuse. Les pinces de la première paire de pattes sont développées d'une manière extraordinaire, surtout celle de droite qui est deux fois plus longue que celle de gauche et armée d'une formidable rangée de longues épines le long de chacune de ses branches. L'abdomen est déprimé, et les deux paires d'appendices caudaux très-développés forment une large nageoire.

Nous pouvons rapprocher de ces découvertes celle qu'a faite récemment M. Wood-Mason[3] d'un crustacé aveugle rentrant aussi dans cette même famille des *Astacidæ*. Cette espèce, qui forme un genre nouveau nommé par l'auteur *Nephropsis* (*N. Stewarti*) a été draguée aux Iles Andaman

[1] Voyez *Nature*, vol. VIII, p. 266, fig. 1.

[2] Voyez *Nature*, vol. VIII, p. 246, fig. 1.

[3] *J. Wood-Mason*, On Nephropsis Stewarti, a new genus and species of Macrurous Crustaceans. (Journal Asiat. Soc. of Bengal, vol. XLII, 1873, part. II, n° 1, p. 39, pl. IV.)

à une profondeur de 260 à 300 brasses (475-550 mèt.). Elle est très-voisine du *Nephropsis norwegicus* des mers boréales de l'Europe, et n'en diffère guère que par l'absence de l'appendice lamellaire des antennes externes et par l'atrophie des organes visuels. Le pédoncule oculaire existe bien, mais il est court, subcylindrique et complétement abrité par la base du rostre qui est très-robuste; l'œil est tout à fait rudimentaire, sans pigment, ni cornée, et présente, comme le reste du corps, une coloration d'un rose tendre. Par un balancement résultant du faible développement des yeux, certaines parties voisines ont acquis des dimensions plus grandes que d'ordinaire. Les antennes sont très-développées; leur fouet est en particulier passablement long et excessivement grêle à son extrémité. L'organe auditif est aussi d'une grandeur exceptionnelle. Selon M. Wood-Mason ces modifications anatomiques semblent s'être produites sous l'influence du genre de vie de ce crustacé qui habite sur un fond de vase fine dans laquelle il vit probablement en fouisseur comme le *Calocaris Macandreæ*.

Le faible développement ou l'atrophie complète des organes visuels chez les crustacés vivant à de grandes profondeurs, comme ceux que nous venons de citer, ou habitant dans des cavernes comme le *Cambarus pellucidus* de la « Mammoth cave, » ne peuvent guère s'expliquer que par le défaut d'usage de ces organes résultant de l'obscurité dans laquelle les animaux sont plongés. L'influence de cette cause est surtout évidente lorsque l'on considère des cas comme celui que présente l'*Ethusa granulata* [1]. Lorsque ce crustacé vit à des profondeurs de 110 à 370 brasses (200 à 675 mètres), il a sa carapace munie en

[1] The Depths of the Sea, page 176.

avant d'un rostre épineux d'une longueur considérable ; l'animal paraît être aveugle, mais possède encore deux singuliers pédoncules oculaires épineux, dont l'extrémité est arrondie. Dans les individus récoltés entre 542 et 705 brasses (990 et 1290 mètres), les pédoncules oculaires ont perdu leur mobilité ; ils sont solidement fixés dans leur cavité articulaire et ont complétement changé de caractère. Leurs dimensions sont beaucoup plus grandes; ils sont plus rapprochés l'un de l'autre et, au lieu de présenter une extrémité arrondie, ils se terminent par une longue pointe en forme de rostre. Par contre, le vrai rostre, si développé dans les autres échantillons, a été résorbé.

Une observation analogue a été faite sur les *Gammarus* et les *Asellus* du lac Léman. M. le Dr F.-A. Forel a découvert que ceux de ces crustacés qui vivent dans les profondeurs sont aveugles, tandis que ceux qui vivent près de la surface ont des yeux normaux.

Les choses ne se passent cependant pas toujours de cette façon. Ainsi que le fait remarquer M. W. Thomson, les *Munida* qui vivent aux mêmes profondeurs que l'*Ethusa granulata* ont des yeux développés d'une manière exceptionnelle et paraissant être d'une grande délicatesse. « Il est possible, ajoute ce naturaliste, que dans certains cas, à mesure que la lumière du soleil diminue, la puissance de la vision augmente, et que, à la longue, l'œil devienne susceptible d'être impressionné par la faible lueur de la phosphorescence. »

Dans les captures faites par les zoologistes du Challenger, on trouve des exemples d'un singulier développement des organes visuels chez certains crustacés des profondeurs. La drague a ramené de profondeurs de

1000 à 2200 brasses (1830 à 4020 mètres) des espèces d'une taille relativement grande, et très-beaux de forme et de couleur, pour lesquelles M. de Willemoes-Suhm a établi le genre *Gnathophausia* (*Gn. gigas* [1] et *Gn. zoea* [2]). Ce sont des Schizopodes présentant quelques caractères de Phyllopodes. Ils doivent rentrer dans la famille des *Lophogastridæ*, dont il faudra seulement un peu modifier la caractéristique. Leurs yeux pédonculés sont normaux ; on trouve, en outre, un œil accessoire sur chacune des maxilles de la seconde paire. Cette dernière particularité est spéciale à ce genre, car l'on ne connaissait jusqu'à présent de semblables yeux accessoires qu'à la base des membres thoraciques et abdominaux chez des crustacés de la famille des *Euphausidæ*.

M. de Willemoes-Suhm a décrit sous le nom de *Thaumops pellucida* un Amphipode gigantesque, presque entièrement transparent, et dont les yeux occupent toute la face supérieure de la tête. Ce beau crustacé avait été ramené par le filet (trawl) dans un draguage fait à 1090 brasses (1990 m.), mais M. de Willemoes-Suhm s'est assuré, par de nouvelles observations, que l'espèce vit en réalité à la surface et qu'elle a été déjà décrite par Guérin-Méneville sous le nom de *Cystosoma Neptuni*, d'après un échantillon provenant de l'Océan Indien. Il faut donc la compter parmi les animaux de la faune pélagique.

Une belle espèce de *Scalpellum* a été trouvée par environ 2850 brasses (5210 mètres) adhérant à ces masses concrétionnées de peroxyde de manganèse dont nous avons parlé plus haut. Ce Cirrhipède, qui a reçu le nom

[1] Voyez *Nature*, vol. VIII, p. 401, fig. 4 et 5.
[2] Idem, fig. 6.

de *Scalpellum regium* [1], mesure une longueur de 60^{mm}, dont le capitulum forme les deux tiers. C'est de beaucoup la plus grande espèce du genre. Tous les échantillons étaient des femelles, sur la plupart desquelles étaient fixés un certain nombre de mâles. Ces mâles, les plus simples en organisation que l'on ait encore observés dans ce groupe, sont ovales, sacciformes, avec une longueur de 2^{mm} environ sur 0^{mm},9 de largeur. A l'extrémité supérieure se trouve une ouverture en forme de fente entourée d'un anneau légèrement saillant. Les antennes, placées à l'extrémité postérieure, ressemblent beaucoup, pour la forme, à celles du *Sc. vulgare*. Tout ce sac, sauf un petit espace voisin du point de fixation, est couvert de poils chitineux fins, disposés en rangées transversales. Il n'y a aucune trace de segmentation, ni de valves, et la dissection n'a fait découvrir ni estomac, ni œsophage ; les deux tiers postérieurs du corps sont remplis d'une masse lobulée de cellules spermatiques.

Dans les notes écrites par les zoologistes du Challenger, nous ne trouvons presque rien sur les Mollusques ; il ne semble donc pas que les animaux de cet embranchement aient été rencontrés nulle part en abondance et aient fourni des formes intéressantes.

Les Bryozoaires ont, au contraire, présenté un type nouveau et fort curieux que M. W. Thomson a décrit sous le nom de *Naresia cyathus* [2]. Le cœnecium est composé d'une tige transparente, haute de deux ou trois pouces, du sommet de laquelle divergent des branches formant une coupe gracieuse. Ce genre, ramené d'une profondeur de 1525 brasses (2800 mètres), diffère de tous ceux de la faune

[1] Voyez *Nature*, vol. VIII, p. 347, fig. 1 et 2.
[2] Figuré dans *Nature*, vol. VII, p. 387.

actuelle ; il rappelle d'une manière frappante les *Dictyonema* Hall, du terrain cambrien, que M. W. Thomson et d'autres naturalistes avaient été disposés jusqu'à présent à rapporter aux Hydroïdes à cause de l'absence apparente de cellules. Le chef de l'expédition signale aussi, mais sans les décrire, deux Bryozaires dragués à 2175 brasses (3980 mètres), et remarquables, l'un par la longueur des pédicelles portant les aviculaires, l'autre par la sculpture élégante de ses cellules.

Outre l'Annélide que nous avons citée plus haut comme draguée à une profondeur de 3000 brasses, nous trouvons mentionnées quelques autres formes rentrant dans les genres *Euphrosine ?*, *Eteone*, *Syllis*, *Nereis*, *Onuphis*, *Glycera* et *Clymene*. M. de Willemoes-Suhm, dans sa lettre à M. de Siebold, dit que l'on n'a rencontré aucune forme frappante ou aberrante ; mais il faut remarquer que cette lettre est datée de Madère, le 5 février 1873, et a été, par conséquent, écrite avant que le Challenger eût fait sa première traversée de l'Atlantique.

M. de Willemoes-Suhm a étudié un Géphyrien malheureusement incomplet qui paraît devoir représenter une famille nouvelle intermédiaire entre les Siponculides et les Priapulides.

L'on a trouvé dans les parages de Madère (?), à une profondeur de 1525 brasses (2800 mètres), quelques espèces extrêmement intéressantes d'Échinodermes, entre autres plusieurs exemplaires de la *Salenia varispina* Al. Ag., qui avait été découverte par Pourtalès dans le détroit de Floride. M. Wyville Thomson, chaud partisan de la théorie de la continuité de la craie, ne cherche pas à cacher le vif plaisir qu'il a eu à récolter lui-même ce représentant d'un genre essentiellement crétacé. Il a retrouvé

plus tard cette Salénie à Saint-Thomas à une profondeur de 625 brasses (1140 mètres), de sorte qu'elle occupe une aire très-étendue. Avec elle l'on a ramené aussi, dans cette dernière localité, le *Rhizocrinus lofotensis*, sur lequel on peut faire la même remarque. Les Holothuries paraissent être bien représentées, du moins dans certaines stations. Il en est qui sont vivement colorées.

Les coraux qui, dans les régions équatoriales du Pacifique, seront sans doute un des plus importants objets d'études des naturalistes du Challenger, n'ont fourni, dans les deux premières sections au travers de l'Atlantique, qu'un petit nombre de formes nouvelles ou peu connues. Il faut cependant citer, parmi les animaux de ce groupe, l'*Umbellularia* qui est une des plus belles pièces obtenues dans cette partie du voyage. « Le 31 janvier 1873, écrit M. de Willemoes-Suhm, le grand filet avait été descendu à une profondeur de 2125 brasses (3885 mètres), et il était tard dans la soirée lorsqu'on le ramena et que nous aperçûmes ce beau polype long de trois pieds et demi. Tout l'animal, aussi bien la tige que les polypes, longs de un pouce et demi, brillaient d'une lueur phosphorescente des plus vives, et cela dura encore quand l'animal eut été mis dans l'alcool, au point que l'on put l'étudier au spectroscope. Vous savez que M. Lundahl a rapporté l'année passée d'une expédition suédoise, dans la baie de Baffin, cet animal qui n'avait pas été retrouvé depuis l'époque d'Ellis. »

Un draguage à 1520 brasses (2780 mètres), exécuté à une certaine distance au sud-ouest de Ténériffe, a ramené quelques bases et quelques rameaux de l'axe calcaire d'un polypier voisin du corail. Ces fragments sem-

blaient provenir d'individus morts depuis longtemps, et M. Wyville Thomson se demande si l'espèce n'avait pas vécu à un niveau plus élevé et été entraînée dans sa position actuelle par un affaissement du sol sous-marin?

Les draguages faits à des profondeurs de 450 et 625 brasses (820 et 1140 mètres) ont procuré de nombreux individus de coraux se rapportant pour la plupart aux espèces décrites par M. Pourtalès. Dans l'Archipel des Açores, entre San-Miguel et Santa-Maria, l'on a constaté à 1000 brasses (1830 mètres) une abondance exceptionnelle de coraux pierreux du groupe spécial aux eaux profondes. M. Wyville Thomson signale deux espèces nouvelles, dont l'une est un *Flabellum* (*Fl. alabastrum*, Moseley) [1] et l'autre un *Ceratoirochus* (*C. nobiliis*, M.) [2].

Les Spongiaires sont bien représentés dans les eaux profondes, et l'on a découvert en particulier plusieurs formes nouvelles rentrant dans le groupe élégant des *Hexactinellidæ* (*Aphrocallistes*, *Hyalonema*, *Euplectella*). Dans la station au sud-ouest de Ténériffe, où a été récolté le corail mort que nous avons mentionné plus haut, l'on a obtenu une magnifique éponge appartenant à cette famille. Un échantillon formé de deux individus réunis par leur base avait environ 60 centimètres de diamètre et ressemblait à un champignon à amadou, ce qui lui a fait donner le nom de *Poliopogon amadou*, W. Th. [3]. Un des caractères les plus frappants de cette espèce consiste dans la forme de ses spicules d'ancrage qui sont tout à fait semblables aux ancres de la peau des Synaptes.

Les draguages faits dans la mer des Antilles ont pro-

[1] Voyez *Nature*, vol. VIII, p. 400, fig. 2.
[2] Idem, fig. 3.
[3] Figuré dans *Nature*, vol. VIII, p. 30.

curé plusieurs espèces d'*Hexactinellidæ* découvertes antérieurement sur les côtes de Portugal, et ont ainsi prouvé que cet ordre remarquable a une distribution géographique très-étendue.

Quant à ce qui concerne les Foraminifères nous avons déjà vu qu'ils existent jusque dans les plus profonds abîmes que le Challenger ait mesurés. Ils sont mentionnés à plusieurs reprises comme se trouvant en abondance dans les vases récoltées à diverses profondeurs. M. W. Thomson ne parle qu'une fois des Coccolithes qui ont été trouvés à 3150 brasses (5660 mètres) sur un fond d'argile rouge ne contenant que des traces de matières organiques. Il n'ajoute aucune réfléxion, mais nous ne pouvons nous empêcher de faire remarquer que ces corps devaient exister là tout à fait indépendamment du *Bathybius*. Du reste, il n'est pas fait allusion une seule fois à cet être problématique.

Les zoologistes du Challenger ne s'occupent pas uniquement de la faune profonde. On met de temps à autre des embarcations à la mer pour pêcher au petit filet des animaux pélagiques, tels que Hétéropodes, Ptéropodes, Siphonophores, Méduses, Tomopteris, Sapphirina. C'est surtout dans les points où se trouvent de certaines étendues de Sargasses que l'on rencontre en abondance de petits animaux de surface. Parmi les habitants de ces prairies flottantes, on compte des Bryozoaires, des Hydroïdes (*Campanularia*), des Mollusques (*Scyllœa pelagica*), un petit Crustacé brachyure (*Nautilograpsus minutus*), et enfin un curieux petit poisson, l'*Antennarius marmoratus*, qui se construit des nids au moyen d'Algues réunies par des cordons d'une sécrétion visqueuse.

En terminant ce résumé, rappelons de nouveau que les documents épars que nous avons tenté de coordonner se rapportent seulement à la première moitié de la campagne de l'Atlantique ; ils ne concernent donc qu'une région voisine des parties de cet Océan les mieux connues au point de vue physique et zoologique. Les résultats déjà acquis ont une assez grande valeur ; mais on est en droit d'en espérer de bien autrement importants, si tout continue à se passer heureusement. Le champ d'exploration le plus riche sera le Pacifique dans lequel le Challenger tracera d'immenses lignes de sondage, et dont il fouillera de sa drague le sol entièrement vierge. Il y a sous ces vastes eaux tout un monde inconnu à la conquête duquel il s'avance armé des moyens d'investigation les plus puissants et les plus parfaits qu'ait réalisés la science moderne. Soit que ses recherches démontrent dans la population animale des abîmes une uniformité plus grande qu'on ne peut la supposer, soit qu'elles nous révèlent, au contraire, l'existence de types entièrement nouveaux, elles ne pourront manquer d'avoir une influence considérable sur notre conception des faunes marines actuelles et des liens qui les unissent avec celles des époques géologiques antérieures.

Aloïs Humbert.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

J.-N. Lockyer. Recherches d'analyse spectrale relativement au spectre solaire. (*Philos. Mag.*, n° 2, novembre 1873.)

Dans ces nouvelles recherches M. Lockyer s'est proposé l'étude des spectres de deux catégories de corps, l'une formée de composés chimiques et l'autre de mélanges mécaniques.

La première catégorie comprend elle-même plusieurs séries de sels, composées sous le double point de vue de leurs poids atomiques et de leurs différences de composition.

Cette étude a porté sur les sels suivants :

$PbFe_2$, $PbCl_2$, $PbBr_2$, PbI_2 ; $SrFe_2$, $SrCl_2$, $SrBr_2$, SrI_2 ; BaF_2, $BaCl_2$, $BaBr_2$. BaI_2 ; MgF_2, $MgCl_2$, $MgBr_2$, MgI_2 ; NaF, NaCl, NaBr, NaI.

L'auteur formule ainsi ses conclusions :

1. Un corps composé fournit un spectre aussi défini que celui d'un corps simple. Mais tandis que le spectre d'un corps simple se compose de raies dont le nombre et l'épaisseur augmentent avec le rapprochement des molécules, celui d'un composé consiste surtout en espaces et en bandes dont le nombre augmente de la même façon. En somme, les molécules de ces deux sortes de corps sont influencées de la même façon par leur rapprochement ou leur écartement en ce qui concerne leurs spectres. En d'autres termes, ces deux catégories de spectres ont chacune leurs raies et leurs bandes longues et courtes. Pour chacune de ces catégories la plus grande simplicité du spectre dépend de la plus grande séparation des molécules, et sa complexité augmente lorsque les molécules se rapprochent.

2. La chaleur nécessaire pour rendre visible le spectre d'un composé le désagrége en raison de sa volatilité. Le nombre des raies vraiment métalliques qui se manifestent alors est un indice de l'état de désagrégation, et à mesure que les raies métalliques augmentent en nombre les bandes caractéristiques du composé disparaissent en se rétrécissant.

Ces considérations appliquées au Soleil montrent que cet astre ne contient probablement point de corps composés.

C. de C.

Mis DE SALISBURY. ON SPECTRAL LINES OF LOW TEMPERATURE. SUR LES LIGNES SPECTRALES A UNE BASSE TEMPÉRATURE. (*Philos. Magaz.*, 1873.)

L'expérience suivante est le point de départ des recherches du marquis de Salisbury.

Un thermomètre étant placé verticalement sur une platine métallique isolée, on réunit cette platine avec l'un des pôles d'un puissant appareil à induction dont l'autre pôle est libre. Dès que l'appareil fonctionne, on aperçoit une lumière verte dans le vide au-dessus du mercure.

Pour obtenir le résultat le plus complet, la batterie doit être légèrement plus forte que cela ne serait nécessaire pour produire l'étincelle maximum entre les pôles secondaires de la bobine, et la platine doit être complétement isolée.

L'auteur se demande d'abord quelle peut être la cause de la production de cette lumière. Il rappelle que Plücker et Geissler, ainsi que d'autres physiciens, ont déjà mentionné l'apparition d'une lumière semblable dans un tube fermé sous l'influence d'un courant d'induction sans intermédiaire d'électrodes. Il pense cependant que dans son expérience le phénomène doit plutôt être attribué à la conductibilité par suite d'une fuite qui ferme le circuit.

On aperçoit, en effet, entre la bulle du thermomètre et la platine une décharge assez forte pour oxyder le métal

en même temps qu'une autre décharge en brosse se manifeste au sommet du tube. Un conducteur métallique isolé suspendu verticalement à côté du thermomètre, à une faible distance au-dessus de la platine, donne lieu aux mêmes phénomènes de décharge et de fuite, surtout si l'on interpose une plaque de cire entre la base du conducteur et la platine. Tant qu'on maintient le conducteur dans cette position, il ne se produit point de lumière dans le thermomètre, sauf par éclairs. Dès qu'on enlève le conducteur, la lumière reparaît dans le thermomètre. L'action électrique sur le thermomètre est donc de même nature que celle exercée sur le conducteur.

Mais ce qui est surtout remarquable dans cette expérience, c'est le fait que cette lumière se produit sans élévation de température appréciable. L'auteur affirme, en effet, n'avoir pu constater aucun changement dans la hauteur de la colonne mercurielle au bout d'une électrisation continuée pendant cinq minutes sur plusieurs thermomètres de calibre moyen.

Dans quatre expériences faites avec des thermomètres d'un très-petit calibre, gradués en dixièmes Fahr., il n'a pu constater qu'une élévation de trois quarts de degré en cinq minutes. Encore doute-t-il que cette élévation de la colonne mercurielle provienne d'une augmentation de température. En effet, dans deux autres thermomètres une petite masse de mercure s'étant détachée du reste de la colonne, il a vu l'intervalle vide, ainsi formé, s'augmenter sous l'action du courant sans que les longueurs des deux masses mercurielles subissent aucune variation. Il pense pouvoir conclure de cette observation que l'électrisation tend à produire dans le mercure du thermomètre un mouvement analogue à celui déjà signalé par Poggendorff dans des tubes d'un plus gros calibre.

En somme, la lumière dont il est ici question se produirait à une température inférieure à 60° F. (15°,5 C.).

Cette lumière étant assez vive pour pouvoir être examinée

au spectroscope, M. le marquis de Salisbury a naturellement cherché à en connaître la nature spectrale.

Il a tout d'abord été surpris de trouver que différents thermomètres ne donnaient pas les mêmes raies ou plutôt que les uns en fournissaient plus que les autres. Les thermomètres provenant des meilleurs fabricants ne produisent que trois raies. En comparant ces trois raies à celles qui apparaissent dans un tube de Geissler contenant un peu de vapeur de mercure, l'auteur s'est convaincu qu'elles appartiennent au mercure. En revanche d'autres thermomètres, moins perfectionnés, ont fourni quatre autres raies accompagnant les trois précédentes. Ces quatre nouvelles raies, comparées de même avec celles de plusieurs tubes de Geissler, contenant des substances diverses, coïncident exactement avec les raies les plus apparentes du carbone.

L'auteur avait déjà remarqué, dans d'autres occasions, que le verre a la faculté d'attirer à lui très-facilement les impuretés de nature grasse. Aussi attribue-t-il cette présence du carbone dans les thermomètres à un dégraissage insuffisant des tubes dont se servent certains fabricants. Quant à l'absence des raies d'hydrogène que la graisse devrait aussi fournir, M. le marquis de Salisbury la met sur le compte d'une température insuffisante, ainsi que semble le prouver l'expérience que voici :

Sur une platine isolée, liée à l'un des pôles secondaires de l'appareil à induction, il place verticalement un tube de Geissler contenant des traces d'une vapeur hydrocarbonée (par exemple de l'huile de parafine). Les dispositions sont prises pour qu'il puisse à volonté approcher ou éloigner le second pôle de l'extrémité du tube. Or, toutes les fois que la décharge complète passe dans le tube, on voit apparaître la raie F ainsi que les raies du carbone visibles dans les thermomètres, tandis que ces dernières seules se montrent si la communication avec le second pôle est interrompue.

Lorsque le circuit est fermé, les raies du carbone ne sont nettement définies que du côté le moins réfrangible, tandis

qu'elles s'étalent plus ou moins en bandes de l'autre côté. Par contre, ces mêmes raies sont parfaitement nettes des deux côtés lorsque le circuit est interrompu. Ces raies sont toujours visibles avant l'apparition de celles de l'hydrogène, et elles commencent déjà à s'étaler en bandes alors que ces dernières sont encore nettement définies. Il semble donc, d'après cela, que le spectre du carbone doive, à mesure que la température s'élève, arriver à l'état continu avant celui de l'hydrogène. Cette hypothèse amène l'auteur à se demander, en terminant, si ces faits ne sont pas de nature à ébranler les idées reçues sur l'absence du carbone dans l'atmosphère du soleil et sur l'état solide de ce corps dans les flammes. C. de C.

Eilhard Wiedemann. Sur la lumière réfléchie par l'hypermanganate de potasse. (*Berichte der kön. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften*, 26 juillet 1873.)

M. Stokes a observé le premier que le spectre de la lumière réfléchie par l'hypermanganate de potasse solide présente un certain nombre de raies d'absorption et que celles-ci sont plus nettes avec un angle d'incidence déterminé qu'avec tout autre. Ces raies obscures correspondent, suivant M. Stokes, aux maxima d'intensité lumineuse du spectre d'absorption de l'hypermanganate de potasse. M. Wiedemann a repris l'étude de cette question et a observé non-seulement le cas où l'hypermanganate de potasse servant de surface réfléchissante est en contact avec l'air, mais ceux où la réflexion s'accomplit dans la benzine, dans le sulfure de carbone et dans un mélange de ces deux liquides. L'auteur formait le miroir d'hypermanganate de potasse en répandant le sel en poudre sur une plaque de verre mat et l'y frottant avec un pilon d'agathe jusqu'à ce qu'il fût adhérent au verre et bien poli.

M. Wiedemann a introduit dans l'expérience de M. Stokes un élément nouveau et important, savoir la polarisation de la lumière incidente dans un plan ou dans un autre. Il a été

fait dans chaque cas deux séries d'observations différentes. l'une avec de la lumière polarisée parallèlement au plan d'incidence, l'autre avec de la lumière polarisée dans un plan perpendiculaire. Le tableau qui suit donne la position des raies obscures du spectre de réflexion obtenu avec de grands angles d'incidence (55° et au-dessus); l'échelle du spectroscope donnait :

$$D = 0,\ E = 18,\ B = 21,\ F = 33.$$

Milieu où s'accomplit la réflexion.	Raies fournies par de la lumière polarisée parallèlement au plan d'incidence.						Raies fournies par de la lumière polarisée perpendiculairement au plan d'incidence.						
Air	7	14	22	28 $\frac{1}{2}$			3 $\frac{1}{2}$	9 $\frac{1}{2}$	16 $\frac{1}{2}$	24	32	38 $\frac{1}{2}$	
Benzine	7 $\frac{3}{4}$	15	23 $\frac{1}{4}$	30	37		3 $\frac{1}{2}$	9 $\frac{1}{2}$	16 $\frac{1}{2}$	24	32	38	
Mélange de benzine et de sulfure de carbone	8 $\frac{1}{2}$	15 $\frac{1}{2}$	23 $\frac{1}{2}$	31 $\frac{1}{2}$	38 $\frac{1}{2}$	45	4	9 $\frac{1}{4}$	16 $\frac{1}{2}$	24 $\frac{1}{4}$	32	39	45 $\frac{1}{2}$
Sulfure de carbone	8 $\frac{1}{2}$	16	24 $\frac{1}{2}$	32	39 $\frac{1}{2}$	47	3 $\frac{1}{2}$	9 $\frac{1}{4}$	16 $\frac{1}{2}$	24 $\frac{1}{2}$	32	39 $\frac{1}{2}$	47

le spectre d'absorption de l'hypermanganate de potasse présente les raies obscures que voici :

$$4\tfrac{3}{4} \quad 11\tfrac{1}{4} \quad 18\tfrac{1}{2} \quad 26\tfrac{1}{4} \quad 33\tfrac{1}{4}.$$

Ces chiffres montrent ce qui suit :

1. *Avec de grands angles d'incidence* les raies du spectre de réflexion fourni par la lumière polarisée perpendiculairement au plan d'incidence sont un peu plus rapprochées du bleu que les raies correspondantes du spectre de la lumière polarisée parallèlement au plan d'incidence ; en outre dans le premier de ces deux spectres, il y a une raie de plus que dans le second, raie qui se trouve dans le voisinage de D.

2. Avec l'accroissement de l'indice de réfraction du milieu dans lequel s'accomplit la réflexion les raies du spectre fourni par la lumière polarisée parallèlement au plan d'incidence se déplacent vers le bleu, se rapprochant ainsi des raies de l'autre spectre qui, elles, demeurent à peu près fixes.

3. La comparaison des raies obtenues dans la lumière réfléchie et dans la lumière transmise montre qu'il n'y a jamais

coïncidence entre deux d'entre elles, et que jamais non plus une des premières ne se trouve au milieu de l'espace compris entre deux raies d'absorption.

4. La grandeur de l'angle d'incidence n'exerce aucune influence sur le spectre de la lumière polarisée parallèlement au plan d'incidence. Il n'en est pas de même de la lumière polarisée dans un plan perpendiculaire; pour des angles d'incidence n'allant pas au delà de 58° ½ dans le cas de l'air, et de 52° dans le cas de la benzine et du sulfure de carbone, les raies qu'elle donne occupent la même position que les raies correspondantes de l'autre lumière; mais lorsque l'angle d'incidence augmente un peu au-dessus de ces limites les raies que produit la lumière polarisée perpendiculairement au plan d'incidence se déplacent très-rapidement comme on vient de le voir vers la portion la plus réfrangible du spectre. E. S.

Dr D. Macaluso. Recherches sur la polarisation des électrodes par le chlore et l'hydrogène. (Travail exécuté dans le laboratoire de M. le professeur Wiedemann, à Leipzig, extrait communiqué par M. E. Wiedemann.)

I. — *Sur la force électromotrice du platine chargé de petites quantités de chlore.*

Après avoir plongé deux plaques de platine dans des éprouvettes pleines d'acide chlorhydrique pur, l'auteur ajoutait lentement et goutte à goutte, dans l'un des deux bocaux, une certaine quantité de ce même acide saturé, cette fois, de chlore, en laissant l'autre dissolution constante. Puis il mesurait la force électromotrice développée entre les deux plaques de platine. La méthode employée pour cette mesure était dans ses traits essentiels celle qu'a indiquée M. Wiedemann dans son *Traité du galvanisme* [1] pour la comparaison de la force

[1] G. Wiedemann, *Die Lehre vom Galvanismus und Elektromagnetismus*, nouvelle édition, tome I, p. 342.

électromotrice d'un couple quelconque avec un élément de Daniell. Les résultats obtenus ont été les suivants :

1. La force électromotrice qui se développe entre deux plaques de platine plongeant, l'une dans de l'acide chlorhydrique pur, l'autre dans de l'acide chlorhydrique renfermant du chlore libre, n'est pas constante, mais croît graduellement avec le temps jusqu'à un maximum.

2. Cette force électromotrice croît avec la quantité de chlore libre jusqu'à une valeur déterminée, environ 0,62 Daniell, qu'elle ne dépasse guère.

3. Si l'immersion de la plaque de platine dans la dissolution acide précède l'addition du chlore, la force électromotrice augmente rapidement dès que cette addition commence; elle croît à peu près proportionnellement aux quantités de chlore ajoutées et tend graduellement à un maximum.

4. Si, au contraire, la plaque de platine est plongée dans une dissolution contenant déjà du chlore, la force électromotrice ne croît d'abord que lentement par l'addition des premières gouttes de la dissolution de chlore, et ce n'est que peu à peu que l'augmentation de la force électromotrice reprend la marche décrite au n° 3.

Pour interpréter ces faits, l'auteur admet que la force électromotrice ne dépend que de la quantité de chlore condensée sur la surface de platine et non de celle qui se trouve dans la dissolution. Il admet, en outre, que le platine et le verre exercent sur le chlore une attraction plus marquée que le liquide, et que cette attraction est vingt-cinq fois plus forte avec le platine qu'avec le verre.

II. — *Sur la force électromotrice de la polarisation résultant du dépôt sur une électrode de platine d'une certaine quantité de chlore produit par l'électrolyse d'une dissolution aqueuse d'acide chlorhydrique.*

Dans le cas où le chlore, au lieu d'être introduit du de-

hors dans la dissolution, se déposait par voie électrolytique sur la plaque de platine, l'auteur obtint par l'emploi de la méthode déjà indiquée les résultats que voici:

1. La polarisation d'une plaque de platine chargée de chlore électrolytique (produit par l'électrolyse) est plus grande que celle d'une plaque de platine plongée dans du chlore chimique (préparé au moyen de peroxyde de manganèse et d'acide chlorhydrique puis ajouté sous forme de dissolution).

Lorsqu'on fait passer le courant par une dissolution fraîche d'acide chlorhydrique préalablement saturée de chlore, la polarisation par le chlore électrolytique est d'abord un certain temps constante et très-peu plus forte que la polarisation par le chlore chimique. Ensuite elle croît rapidement et tend assymptotiquement à un maximum.

2. Lorsqu'on plonge une plaque de platine propre dans une dissolution dans laquelle on a peu auparavant produit un dégagement de chlore par voie électrolytique, on obtient une force électromotrice un peu plus marquée que par l'immersion de cette même plaque dans une dissolution saturée de chlore chimique. Plus le courant destiné à produire ce dégagement de chlore aura duré, moins il sera nécessaire de le prolonger ensuite pour revenir de nouveau au point où la polarisation commence à croître.

Les faits qui viennent d'être énumérés peuvent provenir de ce que le chlore électrolytique et le chlore chimique ont des propriétés différentes et se distinguent de la sorte l'un de l'autre, même lorsque le chlore déposé électrolytiquement sur l'électrode de platine l'a quittée depuis quelque temps pour se répandre dans la dissolution. L'auteur s'est convaincu, par des expériences spéciales, que cette différence ne tenait point à une modification des électrodes, ni à des impuretés du chlore provenant, par exemple, des tuyaux de transmission, ni à la formation de chlorure de platine, ni à une oxydation du chlore, ni enfin à un changement du degré de

concentration de la dissolution. D'après cela il se croit fondé à admettre les conclusions qui suivent :

3. *Le chlore développé sur une plaque de platine par le courant galvanique possède une force électromotrice (négative) plus marquée que le chlore préparé par le procédé ordinaire.* Il se comporte par rapport à ce dernier comme l'oxygène ozoné actif vis-à-vis de l'oxygène ordinaire.

4. *La force électromotrice, développée entre une plaque de platine chargée de ce chlore actif et une autre chargée de chlore ordinaire, est égale au plus à 0,46 de celle d'un élément de Daniell*, tandis que la force électromotrice qui se manifeste entre une plaque chargée de chlore ordinaire et une plaque de platine pur, plongeant dans l'acide chlorhydrique, est égale à 0,62. Les forces électromotrices développées dans ce dernier cas et dans le cas d'une électrode de platine pur, reliée à une autre chargée de chlore actif, sont donc entre elles dans le rapport de 1 : 1,7.

Des expériences sur l'influence du degré de concentration de l'acide chlorhydrique, de la température et du moment où a passé le courant polariseur ont conduit aux résultats que voici :

5. *La polarisation par le chlore électrolytique atteint plus rapidement un maximum dans des dissolutions étendues d'acide chlorhydrique que dans des dissolutions concentrées, mais dans les dissolutions très-étendues la valeur absolue de ce maximum est indépendante du degré de concentration.* Un degré trop élevé de concentration empêche la polarisation, par le chlore électrolytique, d'atteindre son maximum.

6. *Dans l'acide chlorhydrique concentré, la polarisation par le chlore électrolytique diminue plus rapidement après l'interruption du courant polariseur que dans l'acide étendu. La présence d'une plus grande quantité d'acide chlorhydrique détermine donc un retour plus rapide du chlore actif à l'état de chlore ordinaire.*

7. *Par une élévation de température comprise entre 17° et*

100°, la polarisation du platine chargé de chlore ordinaire diminue d'une quantité égale seulement à 0,062 d'un couple de Daniell; tandis que, entre 16° et 93°, la polarisation du platine chargé de chlore actif subit une diminution beaucoup plus considérable et égale avec 0,449 de la force électromotrice d'un couple de Daniell.

9. C'est seulement sur la plaque de platine à la surface de laquelle il a été développé que le chlore actif produit une polarisation si intense, il ne peut point passer par diffusion sur une autre plaque.

En ouvrant et fermant le courant plusieurs fois successivement, on voit d'abord grandir la polarisation par le chlore actif très-vite presque jusqu'à son maximum qu'elle atteint ensuite lentement.

Cet accroissement lent s'explique peut-être par le fait que le chlore actif ne serait qu'une faible portion de la masse totale de chlore développé par le courant, et que cette proportion est d'autant plus petite que la dissolution est plus concentrée, et que de plus cette modification du chlore possède la propriété de pénétrer dans les pores du platine et de s'y condenser. Lorsque les électrodes de platine sont parfaitement propres, et que les dissolutions possèdent un degré de concentration tel que la proportion de chlore actif soit très-petite, celui-ci est d'abord complétement absorbé par l'électrode. La force électromotrice de polarisation ne peut commencer à augmenter que lorsque le platine est en partie saturé. Il suffit, en effet, qu'il soit partiellement saturé, car puisque une minute après l'interruption du courant polariseur le chlore perd son activité, le maximum de la polarisation par le chlore électrolytique ne peut être produit que par le chlore actif développé dans la dernière minute avant l'interruption du courant.

On observe qu'une fois que la polarisation a commencé à croître, il s'écoule au moins encore trois heures avant qu'elle atteigne son maximum. Cela montrerait qu'une por-

tion du chlore actif développé par le courant, est absorbée à mesure par les pores du platine, et que cette portion, absorbée à chaque instant, est d'autant plus petite que la plaque s'approche davantage de son maximum de saturation. Sur la quantité de chlore actif dégagé dans la dernière minute avant l'observation, il y en a donc une quantité toujours plus grande qui demeure à la surface de l'électrode pour y produire une polarisation toujours plus forte. Celle-ci doit donc bien, s'il en est ainsi, tendre très-graduellement à un maximum.

De là il suit que, si la concentration de la dissolution est telle qu'une portion considérable du chlore électrolytique soit du chlore actif, celui-ci ne pourra pas être entièrement absorbé à mesure qu'il se développera, mais demeurera en partie à la surface de l'électrode dès le début de l'opération, de telle sorte qu'à partir du moment de la fermeture du courant principal, la polarisation commencera à croître et tendra rapidement à un maximum.

III. — Polarisation par l'hydrogène.

Des expériences analogues à celles qui viennent d'être décrites pour le chlore ont été faites pour l'hydrogène; elles ont montré ce qui suit :

La force électromotrice qui se développe entre deux plaques de platine plongeant toutes deux dans de l'acide chlorhydrique, et dont l'une est pure, l'autre chargée d'hydrogène, produit chimiquement, oscille entre 0,63 D. et 0,70 D. suivant le degré de concentration de l'acide. Elle est d'autant plus petite que l'acide est plus concentré. Cette force électromotrice est beaucoup plus grande lorsque l'hydrogène condensé à la surface de l'électrode a été développé par voie électrolytique, elle atteint alors 0,94 D. au lieu de 0,68. Elle augmente dans ce dernier cas avec le temps qu'a duré le courant polariseur, et atteint un maximum qui, pour les dissolutions acides étendues, est indépendant du degré de concentration.

Un degré de concentration trop élevé empêche la formation de l'hydrogène actif qui produit cette force électromotrice plus grande.

Lorsque le courant destiné à produire l'hydrogène par électrolyse est suffisamment fort, la température n'exerce aucune influence sur la force électromotrice de la polarisation. En revanche, lorsque le courant est faible, une élévation de température a pour effet de diminuer l'activité de l'hydrogène électrolytique.

Pour que la force électromotrice de la polarisation d'une plaque de platine atteigne son maximum, il est nécessaire que les pores du platine soient saturés d'hydrogène, et cette saturation peut s'effectuer de deux manières différentes par un dégagement électrolytique produit soit sur la plaque elle-même prise comme électrode du courant polariseur, soit dans l'intérieur de la dissolution où la plaque plonge. L'hydrogène actif repasse en très-peu de temps, une minute environ, à l'état d'hydrogène ordinaire. Ce changement s'effectue d'autant plus vite que la dissolution acide est plus concentrée.

L'auteur a obtenu des résultats tout à fait analogues en employant des électrodes en charbon au lieu d'électrodes en platine. Seulement dans ce cas la polarisation tend à son maximum tout de suite après la fermeture du courant électroliseur. W.

A.-W. Bickerton. Sur une nouvelle relation entre la chaleur et l'électricité statique. (*Philos. Magaz.*, décembre 1873.)

Les *Archives* [1] ont déjà rendu compte d'un mémoire de M. le Dr Guthrie tendant à établir que les corps chauds ne se comportent pas de la même manière à l'égard de l'électricité positive et de l'électricité négative.

[1] Décembre 1873, tome XLVIII, p. 347.

M. Bickerton a pensé que les courants d'air devaient jouer un rôle important dans les phénomènes observés par M. le Dr Guthrie. Il lui a semblé que ces phénomènes pourraient s'expliquer facilement en admettant que l'air qui passe sur un corps électrisé, eût la propriété de lui enlever son électricité.

Voici, d'ailleurs, comment il expose lui-même cette idée, ainsi que les expériences qu'elle lui a suggérées :

« L'air froid ou tout autre gaz froid, sous une pression quelconque, est incapable de décharger un électromètre de Peltier. En revanche, j'ai trouvé que cet électromètre se décharge promptement au contact d'un courant d'air chaud.

« Dans l'une des expériences de M. le professeur Guthrie, un corps électrisé se décharge instantanément lorsqu'on place au-dessus de lui un fil de platine chauffé. J'ai pensé que l'électricité induite sur le fil chauffé pourrait électriser l'air qui l'environne de manière à ce que ce dernier descendît ensuite par attraction vers le corps électrisé.

« Pour m'assurer de l'existence d'un semblable courant d'air, j'ai imaginé de placer le fil spiral de platine dans la partie supérieure d'une éprouvette à gaz tubulée. Par le bouchon de la tubulure, j'introduisais aussi un thermomètre dont la boule se trouvait à une petite distance du fil. Enfin, je faisais passer dans l'éprouvette une boule de cuivre communiquant avec une machine électrique ainsi qu'avec un petit électroscope à cadran.

« La machine étant mise en action, j'observais alors une notable diminution dans les indications de l'électroscope dès que le fil était chauffé. L'appareil ayant ensuite repris sa température normale, je faisais passer dans le fil un courant constant en notant la marche du thermomètre de minute en minute, et en électrisant et déchargeant la boule de cuivre alternativement après chaque lecture du thermomètre.

« En moyenne, le thermomètre indiquait une élévation d'un degré lorsque la boule n'était pas électrisée, et de cinq degrés lorsqu'elle l'était.

« A chaque reprise de la machine un rapide courant d'air, partant du spiral, abaissait notablement la température de ce dernier. En remplissant l'éprouvette de fumée, on pouvait, au premier abord, constater facilement l'existence du courant d'air normal s'élevant au-dessus du fil chauffé; mais dès que la machine fonctionnait, la fumée descendait, de la manière la plus évidente, du fil vers la boule de cuivre. Cette fumée disparaissait avec une rapidité surprenante lorsque la boule était électrisée, sans doute parce qu'elle était alors brûlée à son passage sur le spiral incandescent. En répétant souvent cette expérience, j'ai pu me convaincre que la fumée se consumait beaucoup plus rapidement lorsque la boule était électrisée que lorsqu'elle ne l'était pas.

Il y a plus, si l'air chaud est la cause de la décharge, on doit s'attendre à ce que le fil n'ait plus la propriété de décharger l'électroscope en agissant au travers du sel gemme. Or, c'est en effet ce qui a lieu. On peut même approcher le fil incandescent aussi près que l'on veut de l'électromètre de Peltier sans qu'aucune décharge ait lieu, pourvu qu'on interpose entre les deux une plaque de sel gemme. Dès que l'on enlève cette plaque, la décharge a lieu instantanément. »

M. Bickerton rappelle que Faraday avait déjà montré que l'air de la température ordinaire transporte facilement l'électricité négative. Ce fait, déjà connu, joint à ses nouvelles expériences et à celles de M. le Dr Guthrie, lui paraît justifier les deux principes suivants :

1° Aux températures basses, l'électricité négative est très-facilement enlevée par l'air. A certaines températures, l'air paraît enlever également bien les deux électricités; mais aux températures élevées, c'est l'électricité positive qu'il absorbe le plus facilement;

2° L'électricité à haute tension peut être enlevée par l'air à de basses températures, mais à mesure que la tension diminue, la décharge n'a lieu que si l'air est de plus en plus chaud. C. de C.

V. Raulin. Régime pluvial de la zone torride. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences de Paris*, t. LXXVIII, n° 1.)

M. V. Raulin, professeur de géologie à la faculté des sciences de Bordeaux, qui s'occupe beaucoup de la distribution des pluies en France et même à la surface de la terre, vient de publier, dans les *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences de Paris*, deux notes sur le régime pluvial de la zone torride, accompagnées de tableaux donnant les moyennes des observations faites dans quatre-vingt-six stations. — Nous en extrayons les passages suivants :

Par rapport à la végétation indigène, en France, l'année peut être partagée en deux parties égales de six mois chacune, une d'activité, d'avril à septembre, et une de repos, d'octobre à mars. Lorsqu'on examine la chute de l'eau pendant ces deux moitiés de l'année, on voit qu'il tombe le plus d'eau, pendant les mois chauds, dans les régions intérieures; pendant les mois froids, dans les régions littorales, tant sur l'Océan que sur la Méditerranée. Une carte pluviométrique doit exprimer ces différences qui ont certainement leur importance agricole, plus grande peut-être même que celle de la quantité absolue d'eau qui tombe pendant l'année et d'après laquelle on établit les lignes isoombres et les teintes hyétométriques.

Des différences analogues, ordinairement beaucoup plus prononcées, existent aussi dans la zone torride, ainsi qu'il résulte de la comparaison des observations faites, tant dans les colonies françaises, en Amérique, en Afrique, en Asie et dans l'Océanie, que dans les autres pays situés également entre les tropiques. En rattachant les stations d'observations aux bassins de chacun des trois grands Océans, on trouve, en effet, des oppositions complètes.

Dans la zone torride, les différences entre les températures moyennes mensuelles, qui sont loin d'être aussi considéra-

bles que dans les zones tempérées, paraissent cependant avoir une influence considérable sur la chute de la pluie, ou le régime pluvial.

Au nord d'une ligne qui tantôt coïncide avec l'équateur, et tantôt remonte plus ou moins au nord, la pluie, souvent très-abondante, tombe surtout d'avril à septembre, c'est-à-dire pendant la période semestrielle chaude de l'hémisphère septentrional. Au sud de cette ligne, elle tombe surtout pendant la période semestrielle alternante, d'octobre à mars, qui est toutefois aussi la période chaude de l'hémisphère méridional.

La vapeur d'eau, répandue dans l'atmosphère de la zone torride, se condense et tombe ainsi en pluie, alternativement d'un côté et de l'autre de la ligne séparative, sur la région pour laquelle l'inclinaison des rayons du soleil se rapproche le plus de la verticale.

Deux grandes exceptions ont lieu sur les deux rives de l'Océan Atlantique, occasionnées sans doute par l'uniformité de température des surfaces ; le régime méridional se poursuit d'un côté : du Brésil, par les vastes plaines intérieures, dans les Guyanes et les Andes de la Nouvelle-Grenade; et de l'autre : de la partie orientale de l'Océan Atlantique austral jusqu'au delà de la côte de Guinée, empiétant ainsi, de part et d'autre, sur le régime septentrional, jusqu'à 10° au nord de l'équateur, soit jusqu'aux Andes de Vénézuela, soit jusqu'aux monts Kong de la Guinée.

C'est sans doute aussi aux conditions particulières d'uniformité dans la répartition de la température à la surface de l'Océan Pacifique qu'est due, dans cet Océan, l'extension du régime méridional jusqu'au tropique du Cancer, dans les îles Hawaï.

C'est à d'autres causes, probablement à des courants marins portant des eaux chaudes dans des parages froids, qu'il faut attribuer les changements de régime par suite desquels

le régime méridional se prolonge : 1° dans tout l'Océan Atlantique septentrional (Bermudes, Acadie, Terre-Neuve, Islande, Iles Feröe, Norwége, Iles Britanniques, côtes des Pays-Bas et de France, Espagne, Madère et Açores, et dans presque tout le bassin de la Méditerranée ; 2° dans l'Océan Pacifique, des Iles Hawaï, sur toute la côte de l'Amérique du Nord, depuis le fond de la mer Vermeille jusqu'aux limites mêmes de l'Océan, non loin du cercle polaire, à l'est de la presqu'île d'Alaska, d'après les observations des Américains et des Russes.

J. Plateau. Statique expérimentale et théorique des liquides soumis aux seules forces moléculaires. (Paris, Gauthier-Villars ; 2 vol. in-8°.)

Les *Archives des Sciences physiques et naturelles* ont donné les résumés des différents mémoires de M. Plateau *sur les figures d'équilibre d'une masse liquide sans pesanteur ;* mais ce ne sont là que de courtes analyses, et, pour consulter les mémoires *in extenso,* il faut recourir à la collection de l'Académie de Belgique, de 1843 à 1868. M. Plateau livre aujourd'hui aux physiciens l'ensemble de ses recherches dans un ouvrage unique, portant le titre un peu différent que nous indiquons. On y trouvera tous les développements omis dans les résumés, tous les détails nécessaires pour la réussite des expériences, plusieurs additions importantes, enfin des historiques relatifs à la tension des surfaces liquides, à la viscosité superficielle des liquides, aux lames liquides minces et à la constitution des veines liquides lancées par des orifices circulaires.

CHIMIE.

Gustave Wiedemann. Ueber die Bindungsverhæltnisse, etc. Sur les proportions dans lesquelles se combinent les bases et les acides en présence dans une dissolution. (*Berichte der königl. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften*, 1873. Extrait communiqué par M. E. Wiedemann et revu par l'auteur.)

Lorsqu'une base est mise dans une dissolution en présence de deux acides différents, elle se partage entre eux deux ; de même lorsque des sels sont dissous ensemble dans l'eau ils subissent une dissociation partielle. Ainsi, par exemple, les sels d'oxyde de fer dissous dans l'eau se décomposent en acide et en oxyde de fer colloïde dissous.

L'auteur a appliqué à l'étude de ce phénomène une méthode qu'il avait déjà employée précédemment. Dans ce procédé, l'effet qu'il s'agit de déterminer se mesure non point, tant que dure encore l'action chimique, comme cela se pratique pour la mesure des effets calorifiques, mais après l'entier accomplissement de celle-ci et sans l'intervention extérieure d'aucun agent physique et chimique. Cette méthode a pour base la différence qui existe entre le magnétisme de l'oxyde de fer colloïde et celui de l'oxyde de fer contenu dans le sel. Lorsque dans une dissolution neutre ou faiblement acide d'un sel d'oxyde de fer, une portion du sel est décomposée en acide libre et en oxyde colloïde dissout, la modification que subit le magnétisme doit permettre de calculer la quantité de sel qui a été décomposée.

Si nous appelons m_0 le magnétisme de l'unité de poids du fer dans ses sels solides ou dissous dans un excès d'acide, m_1 le magnétisme de l'unité de poids du fer contenu dans l'oxyde colloïde dissous, m le magnétisme de l'unité de poids du fer dans une dissolution quelconque d'un sel d'oxyde de fer qui a subi une décomposition partielle, enfin $1-x : x$ le rapport

de la quantité d'oxyde resté combiné sous forme de sel à la quantité d'oxyde devenu colloïde, nous avons :

$$m = m_0 (1 - x) + m_1 x,$$

et, par conséquent :

$$x = \frac{m_0 - m}{m_0 - m_1},$$

le rapport $1 : x$ se déduit donc immédiatement de la mesure du magnétisme de la dissolution.

On a obtenu de la sorte les résultats suivants :

1. Le magnétisme d'une dissolution de sulfate d'oxyde de fer ne subit pas de modification sensible lorsqu'on la dilue jusqu'à réduire de 0,57 gramme à 0,07 gramme la quantité de fer contenue dans 10 centim. cubes de la dissolution. La quantité d'oxyde de fer dissocié demeure donc à peu près constante; elle forme environ 25 % de la quantité totale d'oxyde.

2. Les dissolutions d'alun de fer ammoniacal donnèrent des résultats numériques presque identiques. La dissolution concentrée fut étendue dans quatre et huit fois son volume d'eau primitif. Le sel ammoniacal contenu dans l'alun n'exerce donc pas d'influence sensible sur la dissociation qui s'accomplit dans la dissolution aqueuse, de telle sorte qu'on est fondé à conclure que l'*alun de fer en dissolution est entièrement décomposé en sulfate d'ammoniaque et en sulfate d'oxyde de fer*, lequel subit bien une dissociation partielle.

3. Si de plus, à une dissolution de fer colloïde additionnée d'un peu d'acide sulfurique, on ajoute des quantités croissantes d'hydrate d'acide sulfurique, la quantité de sulfate d'oxyde de fer contenu dans la dissolution croît graduellement, tandis qu'une portion de l'oxyde colloïde et une portion de l'acide demeurent en présence sans se combiner. *Même lorsque les quantités d'acide sulfurique et d'oxyde de fer sont dans le rapport de leurs équivalents*, il n'y a jamais cependant que 75 % de ces deux corps qui soient combinés,

tandis que 25 °/₀ *des équivalents d'acide et d'oxyde restent à l'état libre dans la dissolution.* Si la quantité d'acide sulfurique est moindre que celle qui correspondrait à un équivalent de l'oxyde de fer dissout, la formation du sulfate de fer s'effectue d'abord plus rapidement qu'elle ne le devrait normalement, eu égard à l'afflux d'acide, puis elle tend graduellement à un maximum. Les résultats ne sont que très-peu modifiés lorsqu'on emploie des proportions d'eau différentes.

Il suit donc, de ce qui précède, que si l'un des deux corps qui se forment lors de la double décomposition est insoluble, on ne peut plus estimer directement le rapport dans lequel se trouvaient primitivement les quantités combinées et libres d'acide et de base.

4. En prenant des quantités de plus en plus grandes d'acide pour un équivalent d'oxyde de fer, on voit d'abord diminuer la quantité d'acide libre dans la dissolution, et cela jusqu'à ce que la quantité totale d'acide (libre et combiné) contenu dans la dissolution soit un peu supérieur à un équivalent. Au delà et lorsqu'on continue à ajouter de l'acide, la proportion d'acide libre croît dans la dissolution.

5. On obtient de plus le résultat remarquable que la quantité d'oxyde de fer, combiné avec une quantité constante (un équivalent) d'acide, atteint son maximum lorsque la proportion d'acide, contenue dans la dissolution, dépasse un peu un équivalent pour un équivalent d'oxyde de fer.

Il serait difficile de donner une théorie mathématique rigoureuse des faits qui viennent d'être exposés, car il y a là en jeu un grand nombre d'agents différents ; on peut cependant, dès à présent, considérer comme inexactes toutes les formules qui donnent les quantités de base demeurées libres comme une fonction du second degré des quantités d'acide ajoutées à la dissolution.

Pour plus de détail, nous devons renvoyer au mémoire original. W.

Prof. Dr V. Meyer [1]. Des combinaisons nitrées de la série grasse. (*Annalen der Chemie und Pharm.*, vol. CLXXI, p. 1, et *Berichte der deutschen chem. Gesellschaft*, 1873-1874.)

Une des différences les plus remarquables des combinaisons aromatiques avec les corps gras, est la facilité avec laquelle on obtient des dérivés nitrés des premiers, tandis qu'on connaît fort peu de corps gras nitrés, et qu'il n'existait aucune méthode générale pour les obtenir. M. V. Meyer vient de combler ce vide, et son travail jette beaucoup de jour sur la structure intime de ces combinaisons.

Outre les véritables dérivés nitrés, qui sont reconnaissables à la manière dont ils se comportent avec les agents de réduction, le groupe NO_2 se transformant en NH_2, groupe amide, il y a encore les substances qui renferment bien NO_2, mais qui proviennent de l'addition de l'acide hypoazotique à des substances non saturées, comme le binitroéthylène de Semenoff [2], le binitroamylène de Guthrie [3], etc. Ces combinaisons sont-elles bien, comme le pensent MM. Henry et Kolbe, de véritables dérivés nitrés ou non ? Telle est la première question que M. V. Meyer a résolue par l'expérience. Il choisit le binitroamylène $C_5H_{10}(NO_2)_2$; ce corps peut avoir pour formule :

$$1)\ C_5H_{10}<^{NO_2}_{NO_2},\ 2)\ C_5H_{10}<^{O\text{-}NO}_{NO_2},\ 3)\ C_5H_{10}<^{O\text{-}NO_2}_{NO},\ 4)\ C_5H_{10}<^{O\text{-}NO}_{O\text{-}NO}$$

Par la réduction, si la formule 1 est la vraie, et si c'est un véritable dérivé nitré, on doit obtenir $C_5H_{10}<^{NH_2}_{NH_2}$ amylènediamine ; 2 et 3 doivent donner de l'ammoniaque et de l'oxyamilamine $C_5H_{10}<^{OH}_{NH_2}$; 4 donnera de l'ammoniaque et de

[1] En collaboration avec MM. D. Stuber, A.-A. Rilliet, C. Chojnacki et Dr C. Wurster.

[2] Jahresbericht für Chemie, 1864, p. 480.

[3] Annalen der Chemie und Pharmacie, 119, p. 83.

l'amylglycol $C_5H_{10}<^{OH}_{OH}$; mais ne donnera point de base. M. Meyer a reconnu qu'en traitant le binitroamylène par le zinc et l'acide phosphorique, on n'obtenait aucune base organique, aucun corps renfermant encore de l'azote, donc la formule 4) $C_5H_{10}\{^{O—NO}_{O—NO}$ peut être considérée comme prouvée, quoique M. Meyer n'ait pas isolé l'amylglycol; le binitroamylène est donc le nitrite de l'amylglycol, et on doit donner à l'acide hypoazotique condensé N_2O_4 la formule $<^{O—NO}_{O—NO}$, et non pas comme on l'a proposé $^{NO_2}_{NO_2}$ ou $O<^{NO}_{NO_2}$. De là il suit que, puisque avec les alcalis l'acide hypoazotique donne un nitrite et un nitrate, l'acide nitrique doit avoir pour formule $N\begin{cases}O\\O—OH\end{cases}$; en effet :

$$\underset{\text{Acide hypoazotique.}}{\begin{matrix}O:N.O\\O:N.O\end{matrix}>}+\begin{matrix}H\\H\end{matrix}>O=\underset{\text{Acide nitreux.}}{O:N.OH}+\underset{\text{Acide nitrique.}}{O:N.O.OH.}$$

Ces considérations théoriques sur l'acide hypoazotique montrent donc que l'idée de MM. Henry et de Kolbe, qu'on peut obtenir de véritables combinaisons nitrées de la série grasse, par addition de l'acide hypoazotique, est peu probable; il fallait donc chercher une autre méthode.

M. Meyer essaya d'abord l'action de l'oxyde d'azote sur l'amylène, ainsi que sur l'acide cinnamique, mais sans résultat. L'acide nitreux, au contraire, agit avec violence sur l'amylène, si bien qu'il faut refroidir, et l'on obtient une huile verte, plus pesante que l'eau, très-semblable à celle qu'a obtenue M. Guthrie par l'action de l'acide nitrique fumant sur l'amylène, impossible à purifier, et donnant à l'analyse une formule peu admissible, $C_{15}H_{28}N_4O_8$. Cette huile, M. Meyer la soumit à des agents de réduction et obtint, à côté de beaucoup d'ammoniaque, quelques gouttes d'une base volatile, possédant une odeur analogue à celle de l'amylamine; ne pouvant obtenir un sel cristallisé, il ne poussa pas plus loin

ses recherches de ce côté-là, et essaya l'action du nitrite d'argent sur les iodures des radicaux organiques :

$$RJ + AgNO_2 = AgJ + RNO_2.$$

Cette réaction est générale.

Dérivés nitrés des carbures d'hydrogène de la série grasse.

Si l'on verse de l'iodure d'éthyle sur du nitrite d'argent sec, il se produit une vive réaction. A la distillation il passe d'abord au-dessous de 100° un liquide iodé, dont il sera question plus tard. Entre 111° et 113° on obtient un liquide ne renfermant point d'iode, qui a pour formule $C_2H_5NO_2$, isomère du nitrite d'éthyle, mais dont le point d'ébullition est de 96° plus élevé. M. V. Meyer appelle ce nouveau corps nitroéthan ; il est liquide, plus pesant que l'eau (1,058 à 13°), et possède une odeur éthérée agréable ; il brûle avec une flamme pâle et n'est point détonant.

Le produit qui passe dans la distillation fractionnée avant 100° n'est autre chose que de l'iodure d'éthyle non décomposé et du nitrite d'éthyle qui se forme en assez grande quantité (50 %, 16°, point d'ébullition).

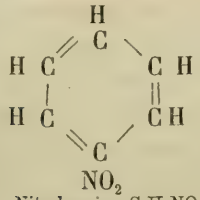
Si le nitroéthan était un véritable dérivé nitré, si l'azote était bien directement combiné avec le carbone, par la réduction M. Meyer devait obtenir l'amidoéthan ou éthylamine $C_2H_5NH_2$; c'est en effet ce qu'il vérifia, en traitant le nitroéthan par la limaille de fer et l'acide acétique, et en chauffant, sans cependant porter à ébullition. Le rendement en éthylamine est celui qu'indique la théorie. Nous connaissons donc maintenant deux substances ayant pour formule $C_2H_5NO_2$:

$$\underset{\text{Nitrite d'éthyle, 16°.}}{C_2H_5—O—NO} \quad \text{et} \quad \underset{\text{Nitroéthan, 111°—113°.}}{C_2H_5—NO_2}$$

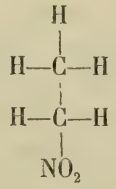
Chauffé avec une dissolution aqueuse de potasse à 100°, dans un tube fermé, le nitroéthan se décompose complétement ; parmi les produits formés se trouvent l'acide nitreux et l'ammoniaque, ainsi qu'une petite quantité d'une huile

ayant l'odeur de la menthe ; probablement il se forme aussi de l'alcool. Le nitrite d'éthyle, traité de la même manière, donne de l'alcool et de l'acide nitreux.

Les dérivés nitrés de la série aromatique diffèrent de ceux de la série grasse en ce que jamais le groupe NO_2 n'est joint à un atome de carbone qui soit encore combiné avec de l'hydrogène, tandis que c'est le cas pour les corps nitrés de la série grasse.



Nitrobenzine $C_6H_5NO_2$.



Nitroéthan $C_2H_5NO_2$.

De sorte que les dérivés nitrés aromatiques ne jouent pas le rôle d'acide, aucun H ne pouvant être remplacé par un métal, tandis que les dérivés nitrés de la série grasse sont des acides faibles et peuvent donner des dérivés métalliques. Ainsi, si l'on dissout le nitroéthan dans du benzol et qu'on ajoute du sodium, la réaction est très-vive et l'on obtient une poudre blanche, ou bien on traite le nitroéthan par une dissolution alcoolique de soude caustique. Le corps obtenu a pour formule $C_2H_4NaNO_2$, chauffé, il fait explosion, et laissé à lui-même, il se décompose à la longue ; avec une dissolution de sublimé corrosif, il donne des aiguilles peu solubles dans l'eau froide qui ont pour formule $C_2H_4HgClNO_2$.

M. Meyer a obtenu, par la même réaction, le nitrométhan CH_3NO_2, qui est identique avec celui que M. Kolbe obtient par l'action du nitrite de potassium sur le chlorure d'acétate de potasse en solution aqueuse concentrée :

$$<\begin{matrix}CH_2Cl\\COOK\end{matrix}+NO_2K+H_2O=KCl+CH_3NO_2+KHCO_3$$

et qu'il nomme nitrocarbol.

Le nitrométhan est une huile possédant une odeur parti-

culière, plus pesante que l'eau, entrant en ébullition à 100° (Kolbe 101°). Sa combinaison avec le sodium cristallisé de la dissolution alcoolique, avec une molécule d'alcool qu'elle ne perd qu'à la longue dans le vide sur l'acide sulfurique: elle a pour formule $CH_2NaNO_2 + C_2H_6O$. Ce sel, en dissolution aqueuse concentrée, se décompose promptement et spontanément. Le mercuro-nitrométhan s'obtient sous forme de poudre jaune, lorsqu'on ajoute du bichlorure de mercure à la dissolution du sel de soude, ce corps est éminemment explosif, et sa découverte a malheureusement causé un accident grave; il est beaucoup plus dangereux que le picrate de potasse; ce qu'il y a de curieux, c'est que le mercuro-nitroéthan n'est pas explosible: probablement sa formule est-elle $Hg\left\{\begin{matrix}CH_2NO_2\\CH_2NO_2\end{matrix}\right.$ et non pas $HgCl.CH_2NO_2$ analogue à $HgCl.C_2H_4NO_2$.

Il est à remarquer que dans la préparation du nitrométhan il ne se produit point de nitrite de méthyle, et tout l'iodure de méthyle est décomposé par le nitrite d'argent; le rendement est de 90 °/₀ de la théorie.

De nouveau, dans la préparation du nitropropan, il se forme du nitrite de propyle; le nitropropan bout à 126°. Le pseudonitropropan, obtenu du pseudoiodure de propyle, bout entre 115°—118°. Ces deux isomères diffèrent l'un de l'autre par leur point d'ébullition, et le degré de solubilité du dérivé iodé, celui du pseudo-dérivé, étant plus soluble.

Enfin, M. Meyer a encore obtenu le nitropentan qui bout entre 150°—160°: il croit avoir eu entre les mains un mélange de divers isomères qu'il ne lui a pas été possible de séparer par distillation fractionnée; ce corps ou ce mélange est insoluble dans les alcalis et ne donne aucun dérivé métallique; il semblerait donc que l'atome de carbone, joint au groupe NO_2, est combiné non plus avec de l'hydrogène, mais avec du carbone, aucun H n'est remplaçable par un métal. Le nitropentan est plus léger que l'eau: le nitroéthan étant le plus lourd de ces dérivés nitrés, on voit que le poids spécifique est en raison inverse du poids moléculaire.

Pour clore ces essais, M. Meyer étudie encore l'action de l'iodure d'éthyle sur le nitrate d'argent et obtient le nitrate d'éthyle ordinaire entrant en ébullition de 83°—86°; ainsi que l'action du iodure d'éthyle sur le rhodanate d'argent, il chauffe à 200° dans des tubes fermés, et obtient une huile distillant à 141°; c'est le sulfocyanure d'éthyle, identique avec celui obtenu par l'action du sulfocyanure d'ammonium sur le sulfoéthylate de chaux.

Enfin, dans l'espérance d'obtenir des dérivés nitrés plus riches en carbone, M. Meyer prépare le mono- et le bibromure du nitroéthan par l'action directe du brome qui s'y dissout avec dégagement de chaleur; ils sont tous deux liquides; le monobromure bout vers 145° et a pour formule $CH_3.CHBrNO_2$; il a encore les propriétés d'un acide faible, tandis que le bibromure bout vers 162° et n'est plus un acide $CH_3.CBr_2NO_2$, les deux hydrogènes du carbone combinés avec le groupe NO_2 étant remplacés par du brome.

M. Meyer n'a pas réussi à remplacer un atome de brome par le groupe OH, ni à faire combiner deux molécules ensemble pour obtenir un binitrobutan en enlevant le brome par l'argent.

$$(C_2H_4BrNO_2)_2 + 2Ag = 2AgBr + C_4H_8(NO_2)_2,$$

la réaction n'a pas lieu dans le sens indiqué; il se reforme du nitroéthan $C_2H_5NO_2$ en même temps que des produits condensés non étudiés.

Une dernière réaction, étudiée par M. Meyer, est celle de l'acide sulfurique fumant sur le nitroéthan; ce corps s'y dissout, et si l'on chauffe, il se dégage du gaz en abondance; on verse dans l'eau, neutralise par la baryte et filtre à chaud, il cristallise le sel de baryte de l'acide disulfoéthylénique, $C_2H_4S_2O_6Ba$. L'acide séparé de son sel fond à 92° (Husemann 94°).

Si, au lieu d'employer l'acide sulfurique fumant, on se sert d'acide concentré ordinaire en grand excès (15 fois) et qu'on porte à ébullition pendant quelques minutes, on obtient, d'a-

près M. Meyer, après neutralisation, un sel de baryte très-soluble qui n'est que de l'acétate de baryte; l'acide sulfurique a donc enlevé à la molécule de nitroéthan son groupe NO_2 et oxydé le reste $CH_3.CH_2$ en acide acétique $CH_3.COOH$. Cependant M. Meyer a observé aussi une petite quantité d'un sel de baryte renfermant de l'azote et du soufre qui pourrait bien être le sel de l'acide $C_2H_4\left\{\begin{matrix}NO_2\\SO_3H\end{matrix}\right.$, acide qui, par réduction, devrait donner la taurine $C_2H_4\left\{\begin{matrix}NH_2\\SO_3H\end{matrix}\right.$, acide qu'on rencontre dans la bile.

Si au lieu de traiter le nitroéthan par la soude en dissolution alcoolique pour obtenir le sel de soude, on traite par la potasse alcoolique, on a une toute autre réaction ; il ne se précipite aucun sel de potasse, mais il y a formation d'acide acétique et d'un corps soluble dans l'éther et dans l'eau, renfermant du carbone et de l'azote dans le rapport de 1 à 1 ; or, comme le nitroéthan a pour formule $C_2H_5NO_2$, il devait y avoir eu translation d'un atome d'azote d'une molécule dans une autre.

M. V. Meyer eut l'idée que la potasse alcoolique agissait d'abord sur le nitroéthan de telle sorte qu'il lui ôtait le groupe NO_2 pour former du nitrite de potasse, et que c'était cette substance qui agissait ensuite sur le nitroéthan ; en effet, en traitant le nitroéthan en dissolution alcaline par le nitrite de potasse, puis acidifiant et reprenant par l'éther, celui-ci en s'évaporant laisse des cristaux presque purs de la nouvelle combinaison qui a pour formule $C_2H_4N_2O_3$. Cette réaction remarquable a lieu évidemment comme suit :

$$C_2H_4<\begin{matrix}-O\\N-O\\Na\end{matrix}> + N\begin{matrix}=O\\-O-K\end{matrix} = C_2H_4\begin{matrix}-N\\-Na\end{matrix}\begin{matrix}-O-N=O\\-O-OK\end{matrix}$$

Il y a simple addition et l'on a le sel du nouvel acide, qui, au moment où on le met en liberté, perd une molécule d'eau.

$$C_2H_4<\begin{matrix}N\\H\end{matrix}\begin{matrix}-O-N=O\\-O-OH\end{matrix} = H_2O + C_2H_4<\begin{matrix}N\\O\end{matrix}> -O-N=O = C_2H_4N_2O_2.$$

M. V. Meyer propose, pour cet acide, le nom d'acide *éthylenitrolique*, et pour ses analogues la dénomination générale d'acides *nitroliques*. Cette réaction est en effet générale pour tous les corps analogues au nitroéthan.

L'acide éthylenitrolique cristallise de sa dissolution aqueuse en prismes transparents, ressemblant à ceux du salpêtre; il a un goût excessivement sucré et rougit la teinture de tournesol; il présente une très-grande différence de solubilité dans l'eau à chaud et à froid, et fond à 81°—82° en se décomposant entièrement; il se dégage des torrents d'acide hypoazotique, et il reste de l'acide acétique $CH_3—COOH$, ce qui prouve bien, que dans le nitroéthan on a le radical éthylidène $\left(\begin{matrix} CH_3 \\ | \\ CH \end{matrix}\right)''$ et non le radical éthylène $\left(\begin{matrix} CH_2 \\ | \\ CH_2 \end{matrix}\right)''$; en outre cette facilité du nitroéthan de s'additionner du nitrite de potasse prouve bien que l'azote y est trivalent et non pas pentavalent, $C_2H_5—N\begin{matrix}—O \\ —O\end{matrix}>$ et non $C_2H_5—N\begin{matrix}=O \\ =O\end{matrix}$.

Il faut remarquer aussi que M. V. Meyer n'a pas pu jusqu'à présent obtenir d'acide nitrolique des combinaisons nitrées de la série aromatique. A. et R.

TRAUBE. THÉORIE DE LA FERMENTATION. (*Berichte der deutschen chem. Gesellschaft*, 1874, p. 115.)

Déjà en 1858 M. Traube avait expliqué la fermentation, c'est-à-dire l'action de la levûre et autres ferments analogues, par leur propriété d'attirer l'oxygène, il émettait alors déjà l'idée qu'on pourrait obtenir les mêmes résultats par l'action de substances inorganiques ayant de l'affinité pour l'oxygène, et c'est en effet ce qu'il vient de vérifier. Il a constaté que de la mousse de platine à 150°—160° décompose le sucre en dissolution aqueuse, avec formation d'acide carbonique et d'une huile plus légère que l'eau, soluble dans ce réactif,

douée d'une odeur rappelant celle de l'éther acétique et donnant, avec l'iode et la potasse, la réaction du iodoforme. Sans la mousse de platine, la dissolution de sucre chauffée à 170°—180° ne donne aucun dégagement de gaz, il se forme seulement un précipité brunâtre, ce sont de petites pellicules souvent irisées, et si l'on chauffe encore plus longtemps, il se forme, en outre, des produits analogues au caramel.

M. Traube a de nouveau reconnu, en outre, que par l'éponge de platine l'alcool est transformé en acide acétique, comme par le ferment acétique, et que le peroxyde d'hydrogène est décomposé en cédant de l'oxygène comme par l'action des ferments (Schönbein). Il semblerait, d'après ces expériences, qu'on n'ait plus besoin d'avoir recours à une force vitale, rentrant dans le domaine de la physiologie, pour se rendre compte des faits de la fermentation, mais qu'il faille réintégrer tous les phénomènes de cet ordre dans la chimie.

A. et R.

Ador et Rilliet. Analyse d'un silicate d'alumine hydraté trouvé à Collonges, près le Fort-de-l'Écluse.

Ce corps se présente sous forme de rognons blancs friables et opaques, quelquefois un peu colorés en jaune par des traces d'oxyde de fer. Pulvérisé finement et mélangé d'eau, il forme une pâte assez liante qui, séchée, puis chauffée à une forte température, se fendille. Préalablement calciné, il ne peut plus former avec l'eau une pâte consistante. L'acide chlorhydrique paraît le décomposer presque entièrement, comme le montre une des analyses ci-dessous faite au moyen de cet acide. Il renferme près de 27 % d'eau, dont 13 % ne se volatilise qu'au rouge.

Analyse.

	I. Par fusion avec le carbonate de soude.	II. Par l'acide chlorhydrique concentré.
Silice.	38.22 %	39.60 %
Alumine. . .	35.40 %	34.01 %
	73.62 %	73.61 %

Voici la composition de quelques silicates d'alumine hydratés qui se rapprochent de celui-là :

Halloysite. .	Silice.	41.5
	Alumine . . .	34.4
	Eau	24.1
Lenzines . .	Silice.	37.2
	Alumine . . .	36.9
	Eau	25.9

Le kaolin renferme seulement de 8 à 14 °/₀ d'eau et 47 à 55 °/₀ de silice.

C'est donc de l'halloysite que cette argile smectique se rapproche le plus; comme elle, le minéral que nous avons eu entre les mains a un toucher gras, un éclat cireux, dans les parties qui ont été les moins exposées à l'air, d'un blanc laiteux, verdâtre ; il happe à la langue et se laisse rayer à l'ongle; il est infusible au chalumeau, mais il n'est pas soluble *en gelée* dans les acides, caractère que quelques auteurs donnent à l'halloysite.

A. Gautier. Réaction du chlorure d'argent sur le biiodure de phosphore. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, tome LXXVIII, p. 286.)

M. A. Gautier, dans l'espoir d'obtenir du bichlorure de phosphore correspondant à l'iodure connu PI_2, a fait réagir le chlorure d'argent sur le biiodure de phosphore suivant l'équation hypothétique

$$3\,PI_2 + 6\,AgCl = 3\,PCl_2 + 6\,AgI\,;$$

mais la réaction ne se passe pas ainsi, et l'on obtient du trichlorure de phosphore, de l'iodure d'argent et du phosphore selon l'équation

$$3\,PI_2 + 6\,AgCl = 2\,PCl_3 + 6\,AgI + P.$$

Cette réaction est curieuse à plus d'un titre:

1° Deux atomes d'iode ont été remplacés par trois atomes de phosphore. On pourrait, pour expliquer la constitution du

biiodure de phosphore admettre la formule P_2I_4 ou $\begin{array}{c} I-P-I \\ | \\ I-P-I \end{array}$ qui renferme deux atomes de phosphore liés entre eux par une de leurs trois atomicités. La densité de vapeur de l'hydrogène phosphoré liquide, qui conduit à la formule P_2H_4, vient corroborer cette hypothèse ;

2° Le chlorure d'argent met en liberté, à une basse température, une partie du phosphore, réaction singulière pour un corps saturé et stable comme AgCl ;

3° Le phosphore produit est du phosphore *ordinaire*. — Brodie ayant montré que sous l'influence de l'iode le phosphore ordinaire se transforme en phosphore amorphe, il paraissait naturel, suivant l'auteur, de conclure à l'existence de cette modification dans le composé PI_2. — Il nous semble que cette anomalie peut s'expliquer par les conditions mêmes de l'expérience de M. Gautier. Il obtient, en effet, son phosphore ordinaire à une température dépassant 280°. Or, on sait qu'au-dessus de 260° le phosphore rouge repasse à l'état de phosphore ordinaire. A. et R.

MINÉRALOGIE, GÉOLOGIE.

F. DE HAUER. GEOLOGISCHE UEBERSICHTSKARTE..... CARTE GÉOLOGIQUE GÉNÉRALE DE LA MONARCHIE AUSTRO-HONGROISE, 1867-1873. Échelle $\frac{1}{576000}$.

Cette carte, dont l'Institut impérial vient d'achever la publication, est un des travaux de géologie les plus considérables qui aient paru depuis longtemps en Europe. Elle n'a pas coûté moins de vingt années de recherches d'un grand nombre de géologues [1] qui ont eu à lutter contre des diffi-

[1] MM. d'Andrian, Czjzek, Fœtterle, F. de Hauer, de Hochstetter, Jokely, Kudernatsch, de Lidl, Lipold, de Mojsisovics, Neumayr, Paul, Peters, Prinzinger, de Richthofen, Schlœnbach, Stache, Stoliczka, Stur, Tietze, Wolf et de Zepharovich. (Voyez, sur l'Institut impérial de géologie de l'empire autrichien, *Archives*, 1851, XVII, p. 162.)

cultés de toute nature. La vaste étendue de pays qu'elle représente comprend, en effet, des régions appartenant aux provinces géologiques les plus diverses et constituant un ensemble de formations très disparates. De plus, un grand nombre de ces régions sont difficilement abordables ; sans parler des Alpes, devenues beaucoup plus accessibles depuis quelques années, les géologues ont dû explorer des contrées presque sauvages et encore inconnues, et surmonter, dans certaines parties des Carpathes, de la Hongrie, de la Transylvanie et de la frontière militaire, dans le Banat, la Croatie et la Dalmatie, des obstacles inconnus dans les autres pays de l'Europe. U. Schlœnbach y perdit la vie.

Ces recherches furent menées avec une grande activité de 1850 à 1865 par Haidinger auquel succéda M. de Hauer, dont la carte porte le nom. Dès 1867, ce dernier pouvait en commencer la publication, et l'on vit paraître successivement les feuilles suivantes :

1867,	feuille	V.	Alpes occidentales autrichiennes.
1868,	»	VI.	Alpes orientales.
1868,	»	X.	Dalmatie.
1869,	»	I et II.	Bohême.
1869,	»	III.	Carpathes occidentaux.
1869,	»	VII.	Plaines de Hongrie.
1872,	»	IV.	Carpathes orientaux.
1873,	»	VIII.	Transylvanie.

Le reste de la carte est occupé par l'explication des couleurs et par un tableau synchronique des formations de l'empire. Chaque feuille est accompagnée d'un texte explicatif, et ce vaste travail est complété par un index alphabétique de tous les noms géologiques des formations autrichiennes avec leur explication. Si nous joignons à cette œuvre les nombreux mémoires sur la géologie de l'Autriche qui ont paru dans les publications périodiques de l'Institut[1], nous

[1] *Verhandlungen*, *Jahrbuch* et *Abhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt.*

arrivons à une somme de travaux avec laquelle peu d'établissements, même bien plus largement dotés, peuvent rivaliser.

La partie méridionale de la Bohême, une partie de l'archiduché d'Autriche et de la Moravie sont constitués par une masse de roches cristallines d'une grande étendue. Ce sont des granits, des syénites, des gneiss, des micachistes, des schistes amphiboliques, des phyllites, qui ont formé, dès les temps les plus anciens, un continent sur lequel des dépôts plus récents se sont rarement formés. Des roches de même nature occupent la partie septentrionale de la Forêt de Bohême, les montagnes de Carlsbad, le Fichtelgebirge à l'ouest, les montagnes de Lausitz et le Riesengebirge au nord, les Sudètes à l'est, et entourent une région qui n'a été occupée qu'à un petit nombre d'époques par des dépôts marins en relation avec les mers extérieures par des canaux étroits.

Le terrain silurien y forme un bassin que les recherches de M. Barande ont rendu célèbre. Les mers dévonienne et carbonifère n'ont pas pénétré dans cette région ; on y trouve seulement quelques dépôts lacustres du terrain houiller. L'époque du lias y laissa des dépôts puissants ; la mer jurassique y envoya du nord un golfe étroit ; à l'époque crétacée, cette terre, longtemps soulevée, fut de nouveau et pour la dernière fois immergée. Les couches de la craie, le *quader* et le *plaener* (cénomanien, turonien, sénonien), recouvrent une grande partie du nord de la Bohême et bordent au nord le massif principal de roches cristallines et le bassin silurien. Parmi les dépôts plus récents, le plus important est une puissante formation de lignites tertiaires traversées par de nombreuses éruptions basaltiques.

Les roches cristallines sont bordées au sud et à l'est par les dépôts tertiaires des bassins du Danube et de la Marche jusqu'aux environs de Brünn. Au nord de cette ville, le revers du grand massif de syénite et le bord oriental des Sudètes sont occupés par les terrains dévonien et carbonifère, fait

d'autant plus remarquable qu'aucun de ces terrains n'a pénétré dans l'intérieur du bassin de la Bohême. Ils forment une grande partie du sol de la partie septentrionale de la Moravie ; on y trouve également près d'Olomutschan quelques lambeaux de terrains jurassiques et crétacés.

Les Alpes sont divisées géologiquement en trois zones : la zone médiane et les zones latérales septentrionale et méridionale qui se prolongent d'une manière continue, mais avec une largeur variable, du Rhin jusqu'aux environs de Gratz. La première est formée en majeure partie de roches cristallines dans lesquelles on distingue des masses centrales (Selvretta, Oetzthal, Tauern, etc.), formées de granits et de gneiss, et entourées d'une calotte schisteuse (*Schieferhulle*). Les terrains primaires, secondaires et tertiaires y ont pénétré par places. Liée d'une manière intime à la nature des roches cristallines, à l'origine des gneiss et des granits, à l'histoire du soulèvement des Alpes, l'étude de cette zone est très compliquée et demandera encore de grandes recherches.

La zone latérale nord est constituée par les terrains sédimentaires, du silurien au tertiaire; elle n'est pas formée d'une succession régulière, mais, à part le terrain silurien qui en occupe seulement le bord sud et la mollasse qui la limite au nord, les autres formations apparaissent d'une manière irrégulière par suite des bouleversements géologiques. Ce sont les terrains triasiques, remarquables par leur puissance et la richesse de leurs faunes entièrement inconnues plus à l'ouest, les terrains rhétien, liasique, jurassique, crétacé et éocène; des recherches plus récentes y ont fait reconnaître aussi le terrain permien; le facies des terrains secondaires est très différent de celui de ces mêmes terrains à l'ouest du Rhin. La zone latérale sud est beaucoup plus compliquée; elle renferme des roches cristallines (granit, micaschiste de Recoaro, de la Cima d'Asta) et beaucoup de roches éruptives; les terrains sédimentaires proprement dits appartiennent aux terrains silurien (Carinthie), houiller, permien, secondaires et tertiaires.

En Styrie, la chaîne se bifurque, et tandis que la branche septentrionale relie les Alpes aux Carpathes, la branche méridionale s'en va former les montagnes du Karst, de la Croatie et de la Dalmatie, dont le caractère géologique est très différent. Les terrains triasique, crétacé (néocomien et calcaire à rudistes) et éocène recouvrent de grandes étendues dans cette région; un grand dépôt d'eau douce, nommé couches de Cosina, constitue la base de cette dernière formation. Entre les deux branches des Alpes, se trouve la baie de Gratz, occupée en partie par le terrain dévonien que l'on n'a reconnu encore dans aucune des deux zones latérales.

Le massif de la Bohême est séparé de la chaîne des Alpes et des Carpathes par les terrains tertiaires, que la jonction presque complète des roches cristallines et du grès de Vienne, dans les environs de St-Pölten, divise en deux bassins. Celui de la Haute-Autriche, à l'ouest de ce détroit, s'élargit rapidement à partir de ce point et se prolonge dans les plaines de la Bavière ; à l'est, celui de Vienne est en communication directe au sud-ouest avec le grand bassin de la Hongrie ; il est réuni avec celui de la Haute-Silésie par un golfe étroit entre la Moravie et les Carpathes. Ces dépôts tertiaires récents sont peu bouleversés et sont en contact au nord avec des roches beaucoup plus anciennes. Au sud et au sud-est ils se distinguent nettement des dépôts tertiaires plus anciens. Le terrain tertiaire paraît donc composé ici de deux termes distincts, le terrain éocène, plus ancien, qui a pris part au soulèvement des Alpes et des Carpathes et le terrain néogène qui a rempli les bassins. Les formations auxquelles on a donné, dans l'Europe occidentale, le nom d'oligocène, y sont si intimement liées à l'éocène et si nettement séparées des dépôts suivants, que l'introduction de cette subdivision dans cette région, n'a pas paru justifiée.

La partie supérieure du bassin du Danube est formée d'argiles, de sable et de grès auxquels les géologues autrichiens donnent le nom de *Schlier* et qui renferment peu de fossiles.

Ils sont surmontés de conglomérats et de graviers. Le bassin de Vienne, situé à l'est du détroit de Saint-Pœlten, présente une constitution assez compliquée, par suite des golfes qu'il envoyait dans les Alpes et en Bohême. La partie de ce bassin située hors des Alpes présente une série de formations marines, couches de Molt, de Loibersdorf, de Gauderndorf, d'Eggenbourg, et le Schlier; la première, qui repose sur les schistes à *Amphisyle* des Carpathes, correspond à la mollasse d'eau douce inférieure de la Suisse. Au Schlier ont succédé d'autres dépôts marins qui sont synchroniques de ceux de la partie alpine du même bassin. On reconnaît, dans cette dernière région, trois subdivisions :

1. Couches marines (argile de Baden, sable de Potzleinsdorf, calcaire de la Leitha).

2. Couches sarmatiques ou couches à Cérithes, dépôt saumâtre.

3. Couches à Congéries ou couches d'Inzersdorf, dépôt lacustre ou fluviatile qui termine la série des dépôts tertiaires le long du bord oriental des Alpes.

Les Carpathes, reliés à cette dernière chaîne par les Petits Carpathes, se dirigent d'abord au nord-est, puis à l'est, puis au sud-est. Les masses centrales des Carpathes ne forment pas une chaîne continue, comme la zone centrale de la chaîne des Alpes dont elles paraissent sous beaucoup de rapports être une continuation. Reliées à ces dernières par le granit des environs de Pressbourg, elles constituent un grand nombre de massifs isolés dans lesquels on ne remarque point de direction générale et qui disparaissent presque entièrement dans la partie orientale de la chaîne. Le granit y joue un rôle plus considérable que dans les Alpes et des dépôts sédimentaires normaux et riches en fossiles y occupent la place des schistes métamorphiques de cette dernière chaîne. Ce sont des formations primaires, secondaires et tertiaires du terrain dévonien au terrain éocène dans lesquelles des quartzites, des dolomies, des marnes tachetées se trouvent à des niveaux très-divers.

La zone de calcaires, si développée dans les Alpes, fait totalement défaut aux Carpathes. En effet, au nord des masses cristallines se trouve la zone des grès qui est très-puissante et qui est la continuation des grès du versant nord des Alpes. Elle est formée en majeure partie par le terrain éocène (y compris l'oligocène) et en partie aussi par le terrain crétacé, du néocomien au sénonien, qui, dans sa partie occidentale, la borde au nord et au sud. Des récifs (*Klippe*), de dimensions variables se présentent dans cette région avec une abondance extraordinaire. MM. Stache et Neumayr en ont compté plus de 2000 entre Rogoznik et Hethars sur une longueur de 11 milles et une largeur d'un demi-mille. Une *Klippe* est un rocher formé d'un ou plusieurs terrains en stratification concordante et qui émerge au milieu de grès d'âge plus récent en stratification discordante : Chaque *Klippe* constitue une unité géologique distincte dans laquelle la direction des couches et la nature de la roche est complétement indépendante de la *Klippe* avoisinante. On reconnaît dans les terrains qui apparaissent sous cette forme, au milieu des terrains crétacés, tous les terrains, du triasique supérieur jusqu'au calcaire néocomien à aptychus qui apparaît lui-même sous cet aspect au milieu des roches crétacées plus récentes. On voit par là que le nom de *Klippenkalk* a une signification beaucoup plus étendue que celle qu'on lui assigne souvent et ne peut pas être attribué uniquement au terrain jurassique supérieur ou tithonique. Les terrains tertiaires de cette zone appartiennent au terrain éocène et se composent de calcaires, de grès et de schistes à *Amphisyle*. Cette zone est abondante en pétrole ; le grès supérieur qui est très-puissant porte le nom de *Magura-Sandstein*.

Des éruptions de trachyte bordent les Carpathes occidentaux au sud et à l'est et se trouvent aussi au sud des Carpathes orientaux ; elles sont considérables et présentent une grande variété de roches, prophylite, dacite, trachyte proprement dit, rhyolite, etc.

Les Carpathes sont limités au nord par de vastes plaines recouvertes en grande partie de terrain diluvien et particulièrement de lœss au milieu duquel apparaissent quelques affleurements de terrain néogène. Ce sont des formations marines qui contiennent des dépôts de sel, de gypse et de soufre. Le plus connu d'entre eux est le gisement de sel de Wieliczka.

Au nord de cette région se trouvent dans la partie occidentale, aux environs de Cracovie, des terrains anciens, du terrain dévonien au terrain crétacé et dans la partie orientale, les terrains silurien, dévonien, crétacé et néogène de la Gallicie.

Au sud des Carpathes les grandes plaines de la Hongrie sont formées de terrain tertiaire récent et surtout de terrain quaternaire qui recouvrent d'immenses étendues. Ces plaines sont partagées en deux grands bassins, celui de Comorn et celui de la Basse-Hongrie, par une chaîne peu élevée, souvent interrompue, qui longe le bord septentrional du lac Balaton en suivant la direction nord-est et qui présente une grande diversité dans sa constitution géologique. Cette chaîne forme une sorte de lien entre les Alpes méridionales et la partie méridionale des Carpathes; elle se compose de granit qui apparaît en un point seulement, des terrains houiller, permien, triasique, rhétique, liasique, jurassique, crétacé, éocène et néogène, enfin de nombreuses roches éruptives tertiaires, particulièrement de trachytes, qui constituent le Matra.

Dans le bassin de la Basse-Hongrie, se trouvent le massif de Fünfkirchen, les montagnes de l'Esclavonie qu'on peut regarder comme le prolongement oriental des Alpes méridionales; celle de Peterwardein qui relient les précédentes au Banat. Toutes ces montagnes sont formées de roches cristallines et de terrains primaires, secondaires et tertiaires.

Les plaines de la Hongrie sont limitées à l'est par la Transylvanie dont la région médiane, formée d'un haut plateau,

presque entièrement occupé par les couches à Congéries et des alluvions, est bordée par les massifs suivants :

Au nord et à l'est par les Carpathes qui se prolongent avec la direction sud-est, sud, puis sud-ouest. Ils sont constitués par des roches cristallines, des terrains mésozoïques associés à beaucoup de roches éruptives et par la zone de grès dont j'ai parlé plus haut qui se bifurque en deux bras, dont l'un se prolonge au sud-est et au sud, et dont l'autre resserré d'abord au milieu des roches cristallines et des trachytes et souvent pénétré par ces derniers, se dirige vers le sud.

Au sud, par les montagnes de la frontière transylvaine et du Banat, formées en grande partie de gneiss et de micaschistes et dans lesquelles on trouve aussi des représentants du terrain houiller et des terrains secondaires et tertiaires ; c'est dans cette région que sont les gisements de fossiles bien connus de Swinitza et de Berzaska.

Enfin à l'ouest par un massif très-important formé de roches éruptives (porphyre, mélaphyre, trachyte, rhyolite, etc.) et de roches cristallines, entourées au nord, à l'est et au sud de terrain crétacé et de grès des Carpathes au milieu duquel apparaissent des *Klippe* jurassiques.

Telles sont en quelques mots les diverses régions représentées sur cette carte. Les nombreux travaux spéciaux de géologie et de paléontologie qui se sont groupés autour de ce grand travail et dont plusieurs sont relatifs à des contrées jusqu'alors inconnues, les recherches de Richthofen dans le Tyrol, de Hohenegger dans les Carpathes, de MM. de Hauer et Stache dans la Transylvanie, la description des fossiles tertiaires du bassin de Vienne de M. Hœrnes, celle des fossiles triasiques des Alpes de M. Mojsivovics ; les études détaillées faites dans plusieurs régions de l'empire sur les terrains primaires, secondaires et tertiaires, etc., etc., ont ouvert depuis quelques années des horizons tout nouveaux à la géologie. On peut, en particulier, y rattacher la connaissance de ce grand bassin méditerranéen dont les dépôts ont offert,

à l'époque secondaire surtout, un si grand contraste avec ceux jusqu'ici plus connus du nord de l'Europe et du bassin anglo-parisien. E. F.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

P.-Martin Duncan. A Description of the Madreporaria dredged up, etc. Description des coraux dragués pendant les expéditions du Porcupine en 1869 et 1870. (*Trans. of the Zoolog. Soc. of London*, vol. VIII, 5me partie, avec 11 pl.)

Ce mémoire a été lu en mai 1871 à la Société zoologique, et l'on doit regretter qu'il n'ait pas été remanié avant d'être livré à l'impression, car l'auteur dit n'avoir connu la publication de Pourtalès sur le même sujet que lorsque son propre travail était déjà entièrement achevé.

La partie descriptive est précédée d'une introduction historique énumérant les recherches relatives aux coraux qui vivent à de grandes profondeurs. Les nombreux échantillons obtenus dans les deux expéditions du *Porcupine* contenaient 14 espèces nouvelles. Grâce à la variabilité considérable de quelques-uns de ces coraux, M. Duncan a pu réunir plusieurs formes spécifiques qui avaient été précédemment séparées et même, dans deux cas, fondre des genres que l'on avait considérés jusqu'ici comme distincts : le genre *Ceratocyathus* a été réuni à l'ancien genre *Caryophyllia*, et le genre *Thecopsammia* au genre *Balanophyllia*. La position occupée par certaines espèces a dû être changée ; c'est le cas pour les *Lophohelia prolifera* et *Amphihelia oculata* qui doivent être sorties de la famille des Oculinides et placées dans les Astréides.

Voici comment l'auteur résume les résultats généraux auxquels il est arrivé :

1° Les coraux des grandes profondeurs diffèrent de ceux qui construisent des récifs par l'absence de certaines particularités importantes de structure du cœnenchyme ;

2° L'on a dragué des coraux à des profondeurs de 1094 fathoms (2000 mètres);

3° Les coraux des grandes profondeurs vivent sous des températures très-différentes, variant de 29°,9 à 56°,3 Farnh. (1°,16 à 13°,5 cent.);

4° La croissance des ces coraux est très-vigoureuse à de grandes profondeurs et sous de basses températures;

5° La variabilité des espèces habitant les eaux profondes est très-grande;

6° On trouve dans les grandes profondeurs des espèces et des genres qui sont inconnus à des niveaux supérieurs;

7° Beaucoup d'espèces des grandes profondeurs ont une distribution horizontale très-étendue;

8° Les faunes actuelles des coraux des grandes profondeurs comprennent des espèces et des variétés d'espèces appartenant aux faunes des grandes profondeurs du pliocène, du miocène et du crétacé, ainsi que des rejetons de la faune palæozoïque;

9° En laissant de côté les variétés, et en ne comptant que les espèces proprement dites, on trouve dans les collections du *Porcupine* trente espèces, dont onze sont connues aussi à l'état fossile. Il y en a, en outre, quatre autres qui sont très-voisines de formes fossiles. A. H.

Fritz Müller. Beitræge zur Kenntniss der Termiten..... Recherches pour servir a l'histoire des Termites. (*Jenaische Zeitschrift für Medicin und Naturwissenschaft*, vol. VII, 1873, 3me cahier, p. 333-358; 4me cahier, p. 451-463, avec figures dans le texte et 2 pl.)

Ch. Lespès a découvert en 1856 que les soldats aussi bien que les ouvriers du *Termes lucifugus* des Landes étaient représentés par des individus mâles et femelles à organes reproducteurs incomplétement développés. Ce fait ne fut accepté qu'avec une certaine hésitation par quelques naturalistes, en

particulier par Hagen qui chercha vainement ces organes chez les soldats de divers *Termes* et *Hodotermes*. Les observations de M. Fr. Müller font disparaître les contradictions apparentes qui rendaient cette question obscure, et elles nous révèlent des faits nouveaux du plus haut intérêt pour l'histoire des Termites.

M. Fr. Müller ne fut pas d'abord plus heureux que Hagen en disséquant des ouvriers et des soldats appartenant à plusieurs groupes différents du genre *Termes* proprement dit. Mais chez les ouvriers et les soldats du genre *Calotermes*, il a retrouvé l'organisation signalée par Lespès ; il a même constaté que chez les soldats de ce groupe les organes reproducteurs sont beaucoup moins atrophiés que chez ceux du *Termes lucifugus* et qu'ils acquièrent presque le même développement que chez les individus ailés.

Chez les soldats du *Cal. canellæ* on ne trouve presque pas de différences sexuelles externes ; les plaques ventrales de l'abdomen des soldats mâles et femelles sont conformées comme celles des mâles ailés. Les organes reproducteurs des soldats femelles ne se distinguent guère de ceux des femelles ailées que par leurs dimensions plus petites et par l'absence du réceptacle séminal. Le contenu des tubes présente quelques différences comparativement à ce qu'on voit chez les femelles. Les organes reproducteurs des soldats mâles sont tout à fait semblables à ceux des mâles ailés, les testicules ayant seulement des formes en général un peu plus grêles.

Chez les *Cal. nodulosus* et *rugosus* Hag., les soldats mâles se distinguent déjà extérieurement des soldats femelles par la structure du huitième arceau ventral. L'auteur n'a pas trouvé chez le petit nombre de soldats mâles du *C. nodulosus* qu'il a disséqués des œufs bien caractérisés remplissant tout le calibre des tubes ovariques ; il en a vu, par contre, chez presque tous les soldats femelles du *C. rugosus*. Quant à l'organisation des ouvriers des Calotermes, M. Müller n'a rien à en dire par la bonne raison que chez les six ou sept espèces

de ce genre qu'il a observées au Brésil les ouvriers manquent complétement.

L'on avait souvent observé deux formes de nymphes dans les colonies de Termites, mais c'est Lespès qui, le premier, les a étudiées et décrites avec soin dans le *T. lucifugus*. Ses « nymphes de la première forme, » plus grandes que les ouvriers et que les larves, se reconnaissent surtout à leurs fourreaux alaires grands, épais, marqués de lignes représentant les nervures ; les organes femelles sont chez elles assez développés, les organes mâles le sont très-peu. Il a vu ces nymphes se transformer du 15 au 20 mai en insectes parfaits. Les « nymphes de la deuxième forme, » moins nombreuses que les précédentes, deviennent plus longues, ce qui est dû à l'accroissement considérable de l'abdomen. Les fourreaux de leurs ailes sont plus étroits, plus courts et rejetés sur les côtés. Les organes mâles et femelles acquièrent chez elles un volume énorme. Lespès supposait que ces nymphes se transforment au mois d'août en insectes ailés mâles et femelles, mais il n'avait pas d'observations directes sur ce point. M. Fr. Müller a été amené à concevoir autrement le rôle de ces différentes nymphes. Selon lui il existe des individus reproducteurs mâles et femelles sous deux formes différentes : les uns provenant des nymphes de la première forme acquièrent des ailes et quittent le nid ; un petit nombre d'entre eux survivent et deviennent des rois et des reines ; les autres, qui correspondent aux « nymphes de la deuxième forme » de Lespès, ne sont pas destinés à voir jamais la lumière ; ils restent aptères et ne quittent jamais le nid où ils sont nés. La justesse de cette hypothèse, émise il y a déjà un certain temps, a été prouvée par une observation directe due à cet habile naturaliste. En examinant la partie centrale du nid d'un *Eutermes*, il la trouva entourée d'une masse d'œufs, et reconnut qu'elle ne contenait pas une grande chambre royale, mais était constituée par une réunion spongiforme de canaux irréguliers. Dans ces canaux se trouvaient réunies, par pe-

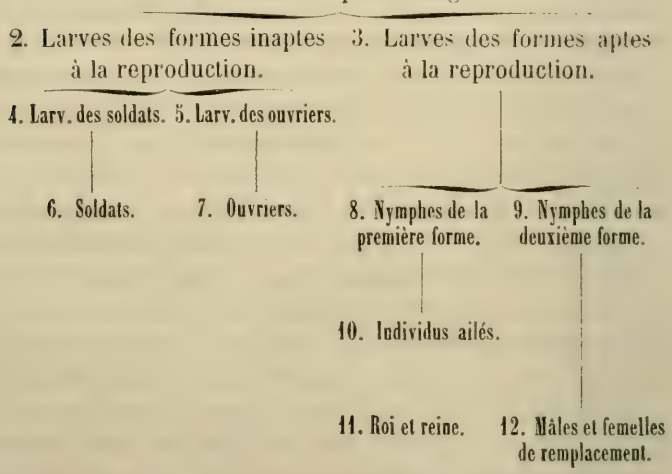
tits groupes, trente et une femelles à courts étuis alaires, longues de 6 à 8^{mm}, au milieu desquelles se promenait un seul mâle à peu près de la même grosseur qu'elles. Ce mâle était un vrai roi, à gros yeux, et dont les ailes s'étaient détachées en ne laissant que leur partie basilaire. « Au lieu, dit pittoresquement l'auteur, d'un palais contenant un roi vivant chastement avec une compagne de même condition que lui, j'avais sous les yeux un harem dans lequel trônait un sultan au milieu de nombreuses maîtresses. »

Ces femelles, dont l'abdomen était agité de contractions ondulatoires semblables à celles que l'on observe chez les reines, pondirent dans l'espace d'une journée un assez grand nombre d'œufs, et M. Müller fut plusieurs fois témoin de la ponte.

Les « femelles de remplacement » (Ersatzweibchen), comme M. Müller les appelle, ressemblent assez aux ouvriers par leur aspect général, mais elles sont deux fois aussi grosses que ceux-ci. Leurs rudiments d'ailes sont si faibles, que chez la plupart d'entre elles on ne les aperçoit pas au premier abord. C'est seulement chez un petit nombre d'individus que ces organes acquièrent des dimensions plus considérables coïncidant avec un plus grand développement du mésothorax et du métathorax ; ils atteignent alors jusqu'au milieu du second arceau dorsal de l'abdomen. La tête ressemble beaucoup à celle des ouvriers; les antennes ont, comme chez ceux-ci, quatorze articles, tandis qu'on en compte treize chez les soldats et quinze chez les individus ailés. La seule différence entre leur tête et celle des ouvriers consiste dans la présence de petits yeux arrondis qui ne font presque pas de saillie. L'abdomen n'est que médiocrement renflé. Chaque ovaire, formé d'environ une douzaine de tubes ovariques, renferme à peu près six œufs mûrs. Quinze femelles de remplacement ne pesaient pas plus entre elles qu'une seule reine; les ovaires des trente et une femelles égalaient tout

au plus le poids de ceux d'une reine et contenaient à peine autant d'œufs que les ovaires de celle-ci.

Il reste encore à résoudre bien des questions relatives aux mâles de remplacement, à la nature des descendants que produisent les différentes formes d'individus sexués, aux causes qui amènent le développement de l'une ou de l'autre de ces formes, etc..... De nombreuses recherches, des observations très-multipliées seront nécessaires pour arriver à bien comprendre le fonctionnement de ces sociétés compliquées. Néanmoins, un point semble acquis, c'est la connaissance des différentes formes qui peuvent se rencontrer dans une colonie de Termites. M. Fr. Müller en donne le tableau suivant qu'il nous paraît utile de reproduire :



L'auteur a fait de nombreuses observations sur la structure des nids de Termites et donne un grand nombre de figures qui sont indispensables pour bien comprendre ces constructions. Nous nous contenterons ici de relever le fait curieux que les excréments des Termites semblent être les matériaux les plus employés par ces insectes, du moins par

ceux qui creusent dans les arbres et construisent des nids en forme d'excroissances. Si l'on enlève un fragment du nid, les ouvriers arrivent les uns après les autres sur la brèche et la réparent en y déposant leurs fèces auxquelles certains individus viennent joindre de petits fragments de la muraille détruite. On voit aussi quelquefois ceux qui n'ont rien dans leur rectum dégorger la nourriture qu'ils n'avaient pas encore digérée. Ce dernier moyen n'est probablement pas employé en temps de paix; les insectes n'y ont sans doute recours que lorsqu'il s'agit de réparer rapidement un nid ouvert par l'ennemi.

Le *Termes Lespesii* Fr. M., qui construit sur le sol, n'emploie pas exclusivement ses excréments, bien que ceux-ci composent la plus forte proportion des matériaux du nid; il fait entrer aussi dans ses constructions une terre argileuse. Ces deux substances forment ordinairement des couches superposées, d'épaisseur et de disposition variables selon les différentes régions du nid. A. H.

Hermann Schmidt. Zur Entstehung, etc. Contribution a la pathogénie de la névrite optique par stase sanguine. (*Archiv für Ophthalmologie*, tome XV, 2, p. 193, 1869.)— G. Schwalbe. Untersuchungen, etc. Recherches sur les voies lymphatiques de l'oeil et leurs enveloppes. (*Archiv für microscop. Anat.*, 1870, p. 1-61 et p. 261-362.) — Le même. Die Lymphbahnen des Auges. Les voies lymphatiques de l'oeil. (*Stricker's Handbuch der Gewebelehre*, vol. II, p. 1063, 1872.)—W. Manz. Experimentelle, etc. Recherches expérimentales sur les affections du nerf optique par suite de maladies encéphaliques. (*Archiv f. Ophthalm.*, XVI, p. 265, 1870.) — Le même. Ueber die Erscheinungen, etc. Sur les phénomènes de la pression intracranienne observés dans l'oeil. (*Centralbl. für die medicin. Wissensch.*, 1870, p. 113.)— Le même. Sehnervenerkran-

KUNG, etc. MALADIES DU NERF OPTIQUE DANS LES AFFECTIONS CÉRÉBRALES. (*Archiv für klin. Medicin*, IX, 3. p. 339.) — Jul. MICHEL. BEITRÆGE ZUR, etc. CONTRIBUTIONS A LA CONNAISSANCE DES VOIES LYMPHATIQUES POSTÉRIEURES DE L'OEIL. (*Archiv für Ophthalm.*, XVIII, 1. p. 127.) — WOLFRING. BAITRÆGE ZUR HISTOLOGIE, etc. CONTRIBUTION A L'HISTOLOGIE DE LA LAME CRIBLÉE DE LA SCLÉROTIQUE. (*Arch. f. Ophth.*, XVIII, 2, p. 10, 1872.) — Th. LEBER. STUDIEN UEBER, etc. ÉTUDES SUR L'ÉCHANGE DES LIQUIDES DANS L'OEIL. (*Archiv für Ophth.*, XIX, 2, p. 87, 1873.) — Ignaz BARBAR. UEBER EINIGE SELTENERE, etc. DE QUELQUES FORMES RARES D'AFFECTIONS SYPHILITIQUES DES YEUX. (Dissert. inaugurale. Zurich. 1873), etc.

M. Schwalbe, professeur à la faculté de médecine de Leipzig, a étudié les espaces où circule la lymphe[1] et les communications qui leur servent de débouché. Dans ce but, il a pratiqué par la méthode de ponction sur des yeux de mammifères et des yeux humains, de nombreuses injections avec diverses substances et à divers degrés de pression manométrique. Ces recherches ont été répétées par plusieurs savants distingués qui ont confirmé la plus grande partie des résultats obtenus par M. Schwalbe.

D'après cet anatomiste, il existe dans les parties postérieures de l'appareil visuel une double voie d'écoulement pour le liquide lymphatique produit par ces parties.

1° On sait que la choroïde et la sclérotique sont accolées l'une à l'autre d'une façon assez lâche et que la choroïde est susceptible d'un certain mouvement de glissement sous l'influence des contractions du muscle ciliaire. Ce mouvement,

[1] Le mot de *lymphe* est pris ici dans son sens le plus vaste ; comme pour la plupart des anatomistes contemporains, il s'applique généralement aux liquides, de composition analogue, mais variée, qui baignent les interstices des parenchymes et du tissu cellulaire, les cavités séreuses et synoviales, et se réunissent en définitive dans les vaisseaux lymphatiques proprement dits.

indispensable pour les modifications de courbure du cristallin d'après la découverte de M. Helmholtz, est un fait avéré depuis les expériences de MM. Hensen et Völckers, professeurs à Kiel, sur le mécanisme de l'accommodation. Par contre les deux membranes contractent une union intime, en arrière, au pourtour de l'insertion oculaire du nerf optique, et en avant, au niveau du pourtour de la cornée et de l'attache antérieure du muscle ciliaire. L'espace compris entre ces deux limites constitue une cavité à laquelle M. Schwalbe a donné le nom d'*espace lymphatique périchoroïdien*. Il est traversé par des trabécules de tissu connectif se rendant d'une membrane à l'autre et s'appliquant à leurs surfaces et qui, dans leur ensemble ont été décrites par les auteurs sous les noms de *membrana suprachorioïdea* et de *lamina fusca*. Ces trabécules sont entièrement tapissées par un épithélium pavimenteux très-ténu, tel qu'on le rencontre sur toutes les membranes séreuses et sur les parois des canaux et sacs lymphatiques dans toute l'échelle des vertébrés (*Endothélium* des auteurs allemands contemporains).

L'espace périchoroïdien communique au niveau des quatre grosses veines de la choroïde (*vasa corticosa*) avec un espace analogue, également tapissé par un endothélium, et situé entre la sclérotique et la capsule de ténon (aponévrose du globe oculaire).

Lorsque l'on injecte un liquide sous la dure-mère cranienne, on arrive facilement à remplir d'une part cette cavité qui enveloppe le globe de l'œil, d'autre part les vaisseaux et les ganglions lymphatiques du cou. La communication entre l'*espace sous-ténonien* et la cavité sus-arachnoïdienne a lieu à travers le trou optique du sphénoïde et par l'intermédiaire d'un espace lymphatique qui environne la gaîne fibreuse du nerf optique, l'*espace sus-vaginal* de Schwalbe.

Signalons ici un point sur lequel M. Schwalbe et les autres observateurs gardent le silence. C'est que dans la cavité orbitaire le liquide injecté est en dehors de la gaîne fibreuse

du nerf, tandis que, dans la cavité cranienne, il se trouve en dedans de la dure-mère. Or, la première n'est qu'une continuation de la seconde. Les voies suivies par l'injection doivent donc traverser la membrane fibreuse au niveau du trou optique.

Cette communication demande à être élucidée.

2° Une autre cavité lymphatique est constituée par l'espace compris entre la gaîne fibreuse ou externe et la gaîne celluleuse ou interne du nerf optique. Cette cavité, l'*espace sous-vaginal* de Schwalbe, s'étend en avant jusqu'à l'insertion oculaire du nerf et communique, en arrière, avec la cavité sous-arachnoïdienne comprise entre l'arachnoïde et la pie-mère du cerveau. En injectant un liquide sous une pression modérée dans la cavité sous-arachnoïdienne, on obtient une injection de cet espace sous-vaginal du nerf.

Bien que, dans l'opinion de M. Schwalbe, ces deux systèmes soient entièrement distincts, il paraît exister entre eux, d'après les recherches de M. Michel, à Erlangen, des communications capillaires comprises dans les interstices des faisceaux fibro-tendineux de la gaîne externe du nerf et de la portion avoisinante de la sclérotique.

Une autre observateur, M. Schmidt, professeur d'ophthalmologie à Marburg, a obtenu en même temps que la réplétion de l'espace inter-vaginal, une injection plus ou moins complète de la lame criblée, dont les intervalles livrent passage aux faisceaux du nerf optique à leur entrée dans l'œil. Ce résultat n'a pas encore été confirmé, ce qui dépend peut-être des pressions employées pour l'injection.

Quant aux lymphatiques de la rétine, qui d'après M. His, à Bâle, forment des gaînes autour des vaisseaux sanguins de cette membrane, exactement comme les lymphatiques dans la substance du cerveau et de la moelle épinière, on ne connaît pas encore leurs voies d'écoulement. Mais il est probable que ces gaînes lymphatiques périvasculaires de la rétine se déversent dans les lymphatiques du nerf optique et de sa

gaîne celluleuse. Ces derniers ont été décrits récemment par M. Wolfring, de Varsovie.

M. Schwalbe considère aussi la chambre antérieure de l'œil et le canal de Petit qui entoure le bord du cristallin, comme des cavités lymphatiques destinées à recueillir la lymphe du corps ciliaire et de l'iris; cette lymphe ne serait autre, par conséquent, que l'humeur aqueuse. Il a cru reconnaître, à l'aide d'injections dans ces cavités, qu'elles sont en communication avec les veines ciliaires antérieures. Mais cette partie, la plus surprenante assurément, des résultats de M. Schwalbe est vivement contestée par d'autres observateurs de mérite, en particulier par M. Leber, professeur d'ophthalmologie à Göttingen et auteur de recherches restées classiques sur le système circulatoire de l'œil. M. Leber a prouvé que M. Schwalbe a pris pour une véritable injection une filtration du liquide survenue à travers les parois vasculaires.

Quoi qu'il en soit de ces points encore litigieux, il demeure établi que, s'il se trouve dans les espaces intracraniens, limités par les méninges cérébrales, des liquides placés sous une certaine pression, des voies naturelles leur sont ouvertes pour arriver soit sous le manchon fibreux du nerf optique, soit dans les espaces sous-ténonien et sous-sclérotical.

Cette découverte, à laquelle le nom de M. Schwalbe restera attaché, ne pouvait rester sans influence sur les idées pathologiques relatives à quelques affections de l'œil. L'observation médicale s'est emparée, comme il arrive toujours, de ces faits anatomiques nouveaux pour expliquer certains symptômes, certaines maladies, et pour éclairer, en particulier, l'histoire, encore assez obscure, des affections oculaires d'origine cérébrale.

Ces travaux ont porté principalement sur la doctrine de l'inflammation intra-oculaire du nerf optique causée par les affections cérébrales.

D'après les idées émises par l'illustre Albert de Gräfe et

presque généralement adoptées jusqu'à ces derniers temps, la plupart des cas d'inflammation du nerf optique provenant de cause cérébrale et reconnaissables à l'ophthalmoscope seraient dus à une augmentation du contenu de la boîte cranienne par tumeur ou exsudation et à une stase du sang veineux dans les sinus de la dure-mère en communication avec les veines ophthalmiques (*Stauungspapille, névrite optique par stase veineuse*). La principale objection à cette théorie, c'est que le sang de la rétine et du nerf optique peut aussi s'écouler dans les veines de la face, avec lesquelles les veines ophthalmiques contractent des anastomoses importantes par l'intermédiaire des veines orbitaires. La stase sanguine dans les sinus encéphaliques n'entraîne donc pas nécessairement un arrêt de la circulation de retour dans le fond de l'œil. Néanmoins, beaucoup de faits semblaient militer en faveur de cette théorie, jusqu'à ce que la découverte de M. Schwalbe permît une autre explication des phénomènes morbides en question. Si la gaîne fibreuse du nerf optique forme une cavité en communication directe avec la cavité sous-arachnoïdienne et par conséquent avec les ventricules du cerveau, la circulation et la nutrition de ce nerf et de ses fibres intra-oculaires pourront souffrir indirectement par une accumulation ou un reflux du liquide péri-encéphalique dans l'espace sous-vaginal. On devra s'attendre alors à trouver, à l'autopsie de certaines affections du cerveau, compliquées de névrite optique, une véritable hydropisie de la gaîne du nerf, avec dilatation de cette gaîne, imbibition de la substance nerveuse et lésions anatomiques consécutives. C'est effectivement ce que plusieurs médecins ont trouvé, en particulier à la suite de tumeurs cérébrales, de méningite, et d'hydrocéphale aigu (Manz, Schmidt, Berthold, Horner, etc.). L'hypothèse d'une névrite par stase lymphatique, émise d'abord par M. Schmidt, se trouve ainsi confirmée par une série de faits intéressants. Ajoutons qu'en injectant de l'eau ou du sang défibriné sous la dure-mère, chez des la-

pins, M. Manz est arrivé à reproduire une partie des symptômes ophthalmoscopiques observés dans les maladies du cerveau (gonflement des veines rétiniennes, infiltration du nerf optique, etc.), et qu'à l'autopsie de ces animaux il a trouvé la gaîne du nerf optique distendue par le liquide.

Cette nouvelle théorie ne réussira peut-être pas à détrôner entièrement celle du grand oculiste berlinois, probablement encore vraie pour un certain nombre de cas, mais elle est certainement appelée à jeter encore quelque lumière dans un domaine aussi intéressant pour la pathologie cérébrale et oculaire que pour le physiologiste, celui des relations entre l'œil et le cerveau et des maladies communes à ces deux organes.

Dr G. H.

R. Heidenhain. Ueber..... De l'arythmie du cœur. (*Pflüger's Archiv*, V, 143. *Centralblatt*, 1872, p. 198)

M. Heidenhain a observé, avec le kymographion la pression sanguine de chiens curarisés dont on entretenait la respiration artificielle, et chez lesquels il excitait la moelle allongée après avoir sectionné les nerfs vagues. — Immédiatement avec le commencement de l'excitation se produit une élévation de la pression sanguine, d'où une accélération du pouls. Lorsque la pression s'est élevée au-dessus de 250mm, ce qui arrive souvent au bout d'une minute, il se produit subitement une irrégularité dans la courbe de pression que Heidenhain nomme l'*arythmie*. Cette arythmie se caractérise par des élévations et des abaissements irréguliers de la courbe entre lesquels se trouvent les oscillations normales du pouls, et par des intermittences momentanées des pulsations. Ce changement de force et de nombre des pulsations concorde fort bien avec ce que les pathologistes ont nommé délire du cœur (*asystolie*).

Tous les animaux ne présentent pas cette arythmie, car parmi 29 animaux étudiés, 4 à 5 ne présentèrent pas trace de ce phénomène. De plus, ce symptôme diminue avec la ré-

pétition de l'excitation de la moelle allongée et cesse complétement quand on a répété 5 ou 6 fois cette excitation.

Après la section des nerfs accélérateurs du cœur, qui peut être obtenue par l'extirpation du ganglion cervical inférieur et du ganglion dorsal supérieur, l'arythmie s'est aussi produite : ce qui indique qu'il s'agit d'une action directe de la pression sanguine sur le cœur pouvant dépendre ou d'une fatigue de l'appareil moteur ou d'une excitation des appareils d'arrêt : Le fait que l'arythmie dans des recherches répétées devient toujours plus faible et finit par disparaître, parle contre l'opinion qui l'a fait dépendre d'une fatigue.

Les courbes analogues à celles de l'arythmie que l'on obtient en élevant artificiellement la pression sanguine et en y joignant l'excitation au nerf vague plaident en faveur d'une excitation des nerfs d'arrêt. Mais on peut opposer à cette opinion le fait que l'arythmie peut encore se produire après l'empoisonnement par l'atropine dans lequel le vague est paralysé. On devrait donc admettre que l'atropine ne paralyse que les dernières ramifications nerveuses qui pénètrent dans des centres d'arrêt intracardiaques, qui ne seraient pas eux-mêmes modifiés. Dr P.

Dr Martin-Damourette. Antagonisme de l'éserine avec elle-même et avec l'atropine. (*Journal de Thérapeutique* du professeur Gubler. Paris, 1874.) — M.-J. Rossbach. Pharmacologische Untersuchungen. (Würtzburg, 1873, I.) — M.-J. Rossbach et Froehlich. Untersuchungen..... Recherches sur l'action physiologique de l'atropine et de la physostigmine sur la pupille et le coeur. (Wurtzburg, *phys. Verhandlungen*, V, 1, et *Centralblatt*, 1873, n° 58 et 59, p. 924.) — H. Koehler. Exp. Beitræge..... Recherches expérimentales relatives a l'action de la fève de calabar sur le coeur et remarques sur l'arythmie. (*Archiv für experim. Pathologie und Pharmacologie.* Leipzig,

août, 1873). — Dr Luigi Luciani. Eine periodische ..... D'une fonction périodique du coeur de grenouille isolé du corps. (Recherches du laboratoire de physiologie de Leipzig, publiées par le professeur Ludwig. Leipzig, 1873, 7me année.)

Nous avons déjà eu l'occasion d'analyser plusieurs travaux dans lesquels était discuté l'antagonisme physiologique que semblent présenter plusieurs substances toxiques [1]; ceux que nous réunissons ici ont trait en grande partie à la même question.

M. *Martin-Damourette* a pour but d'étudier les propriétés physiologiques de l'*éserine* [2]. En analysant les principaux phénomènes de l'empoisonnement qu'il nomme éserisme, il pense arriver à trouver la clef de l'antagonisme que l'éserine présente avec l'atropine et d'autres substances et à formuler sa valeur thérapeutique.

Les expériences que M. Martin-Damourette a faites sur les lapins, les oiseaux et les grenouilles l'engagent à conclure qu'en résumé l'éserine possède trois propriétés physiologiques élémentaires relativement aux troubles moteurs qu'elle produit.

1° Elle excite les muscles et produit des convulsions musculaires se traduisant par des contractions fibrillaires, des mouvements convulsifs, des contractions de l'intestin et enfin la contraction pupillaire.

2° Elle excite les centres cérébrospinaux moteurs.

3° Enfin elle diminue (comme le curare, mais moins rapidement) l'excitabilité des terminaisons des nerfs dans les muscles.

Or, ces trois propriétés élémentaires apparaîtraient différemment selon la dose administrée et surtout selon le mode

[1] Voyez *Archives*, 1873, t. XLVI, p. 344.

[2] L'*éserine* est la substance active de la fève de Calabar (physostigma venenosum). Cette substance a aussi été nommée *physostigmine* par les uns et *calabarine* par d'autres.

d'administration. En effet, tandis qu'une dose massive de poison produit promptement des convulsions, une paralysie des phréniques et la mort par asphyxie chez les animaux à sang chaud, on peut, en usant de doses réfractées, arriver à abolir la contractilité musculaire sans produire l'excitation nerveuse qui dans le premier cas produisait la mort. Ces deux actions seraient pour M. Martin-Damourette une sorte d'antagonisme établi entre les deux propriétés physiologiques principales de la substance, la parésie musculaire s'opposant à la mort par excitation nerveuse. C'est là une manière ingénieuse d'interpréter le phénomène, qui entraîne M. Martin-Damourette à expliquer le succès que quelques auteurs disent avoir obtenu de l'emploi de la fève de Calabar dans le traitement du tétanos. L'auteur insiste sur la nécessité, dans le traitement du tétanos, d'user de doses réfractées afin d'obtenir l'affaiblissement musculaire. « Les doses faibles « et graduellement croissantes de sulfate d'éserine, dit-il, « constituent un moyen certain de développer cet anta- « gonisme à l'avantage de l'effet névro-paralytique et de là « résulte la tolérance de doses plus que toxiques capables « de relâcher les muscles tétanisés. »

Dans la suite de son mémoire (n° 5, mars 1874), M. Martin cherche à démontrer que c'est une influence analogue qui est mise en jeu quand, à l'exemple de M. Fraser, on neutralise l'action toxique de l'éserine au moyen d'une faible dose d'atropine. L'atropine à faible dose posséderait aussi des propriétés névro-parlytiques capables d'enrayer l'action convulsivante de l'éserine.

Une des propriétés importantes de l'éserine est de contracter la pupille soit quand elle est appliquée localement sur le globe oculaire, soit lorsqu'au moyen de l'absorption elle pénètre dans l'humeur aqueuse. Cette propriété mise souvent en usage par les oculistes pour combattre la mydriase provoquée par l'atropine a reçu des interprétations très-diverses: Les uns expliquant le phénomène par la paralysie du sym-

pathique et du dilatateur de la pupille (M. Rosenthal, M. Bermstein-Dogiel), les autres (M. Grünhagen) par l'excitation des terminaisons de l'oculo-moteur commun dans le sphincter de l'iris, d'autres enfin (M. Græfe) par une action combinée de ces deux agents. Cette question a occupé aussi M. Martin-Damourette et a été un des principaux sujets d'étude de MM. Rossbach et Fröhlich qui ont limité leurs recherches à l'étude de l'action physiologique de la physostigmine et de l'atropine sur l'iris et le cœur.

Comme MM. Rossbach et Fröhlich, M. Martin-Damourette remarque (fait déjà signalé par M. Grünhagen) qu'une excitation un peu violente du sympathique cervical produit la dilatation de la pupille contractée par l'éserine: le nerf n'est donc pas paralysé.

M. Martin-Damourette pense que l'irritation de la troisième paire (laquelle fournit les nerfs ciliaires présidant à la contraction du sphincter) n'est pas non plus la cause du myosis, opinion qu'adoptent au contraire MM. Fröhlich et Rossbach. En effet, la contraction de la pupille se produit encore quand le moteur oculaire commun est paralysé par l'atropine ou autrement (?); M. Martin conclut que l'éserine agit directement sur le muscle constricteur de la pupille comme sur les autres muscles.

MM. Rossbach et Fröhlich observent que de fortes doses de physostigmine dilatent la pupille au lieu de la contracter et cela par paralysie de l'oculo-moteur. En étudiant l'action de l'atropine sur l'iris, ils signalent, contrairement à l'opinion généralement reçue, que de faibles doses d'atropine, soit 0,06 mgr., commencent par contracter la pupille du lapin pendant quelques minutes. Si les doses sont données rapidement les unes après les autres, leur action s'ajoute pour produire la dilatation. Ces deux actions successives seraient dues à une excitation de l'oculo-moteur à laquelle succède son affaiblissement et sa paralysie. Le sympathique n'entre pas en jeu dans cette action et reste encore excitable, à moins

que l'on emploie de fortes doses, 10 mgm. Dans ce cas, en effet, le sympathique finit par être paralysé et la pupille se rétrécit, disent-ils, pour plusieurs heures. En combinant les deux poisons, MM. Rossbach et Fröhlich remarquent que l'atropine peut ramener à la normale et dilater une pupille contractée par la physostigmine: mais que la physostigmine ne peut rétrécir d'une façon durable la pupille dilatée par l'atropine. La paralysie de l'oculo-moteur pourrait donc pour eux combattre une excitation qui avait été produite, mais l'organe paralysé ne peut pas être d'un autre côté excité.

Ces auteurs, dont le travail contient comme on peut déjà le voir des faits dont plusieurs semblent contradictoires avec les opinions généralement admises, ont vu que chez les grenouilles l'action des deux poisons est exactement inverse : la pupille serait rétrécie par 0,4 à 1 mgm. d'atropine et élargie par 2 à 8 mgm. de physostigmine: ils rappellent à cet effet que M. Horwarth avait aussi observé une action inverse entre la pupille de grenouille et celle du lapin relativement à l'action du froid.

L'action que l'éserine a sur le cœur, a moins longuement attiré l'attention de M. Martin que celle des autres auteurs ici en question.

Contrairement à l'opinion généralement reçue, MM. Fröhlich et Rossbach ont observé que l'atropine appliquée à faible dose commence par ralentir les mouvements du cœur, et produit même quelquefois un arrêt momentané de l'organe en diastole. Ce stade, pendant lequel le nerf vague a acquis une excitabilité plus grande qu'à l'état normal, est de courte durée et ne se montre qu'avec de faibles doses. Bientôt apparaît la paralysie du nerf vague (observée par tous les autres expérimentateurs) dont l'excitation ne produit plus l'arrêt du cœur; il y a alors accélération du cœur. Les mêmes auteurs observent que la physostigmine à faible dose se montre tout à fait inerte sur le cœur; à plus forte dose elle produirait chez la grenouille, tantôt un arrêt diastolique du cœur, tan-

tôt au contraire une sorte de contracture du ventricule, phénomènes qui souvent alterneraient l'un avec l'autre et qui se termineraient par une paralysie du cœur.

L'étude combinée de l'atropine avec la physostigmine a montré à MM. Rossbach et Fröhlich que l'action paralysante de l'atropine sur les centres moteurs du cœur ne pouvait être suspendue par la physostigmine; mais que l'action contracturante de la physostigmine était au contraire suspendue par une injection d'atropine. Pour eux ce n'est pas là un phénomène qui puisse à proprement parler être nommé antagonisme, ce serait une action simultanée et parallèle, un poison paralysant (l'atropine), pouvant faire disparaître l'action d'un poison excitateur (physostigmine) sans que le contraire soit vrai, selon la loi formulée depuis longtemps par M. Cl. Bernard.

Pour M. Köhler l'antagonisme de la fève de Calabar et de l'atropine n'existerait que chez les animaux à sang chaud et ne serait point visible chez la grenouille. Il en serait de même pour la saponine, qui aurait une action antagoniste avec la fève de Calabar. Chez la grenouille, comme l'a aussi admis M. Roher, la fève de Calabar paralyserait les filets accélérateurs du mouvement du cœur et n'agirait pas sur les ganglions musculo-moteurs de l'organe.

M. Köhler fait aussi une étude comparative de divers poisons qui agissent sur le cœur et modifient son rhythme de diverses façons. Il cherche, en analysant l'action de ces divers poisons, à démontrer que le phénomène de l'arythmie, étudié par Heidenhain (voyez analyse ci-dessus) est dû à l'irritation des muscles du cœur par le sang contenant un poison irritateur qui entraîne à sa suite une fatigue momentanée, le relâchement, l'atonie des muscles ventriculaires.

Pour l'auteur la fève de Calabar ne produit pas l'arythmie, parce qu'elle laisse intacts jusqu'à la mort les muscles et les ganglions cardiaques et qu'elle va même jusqu'à entraver l'arythmie produite par les injections de saponine et d'atropine.

C'est là une façon d'interpréter l'arythmie, différente de celle qui est admise par Heidenhain.

Les travaux de M. Luciani ont été faits dans le laboratoire et sous la direction de M. Ludwig. L'auteur se propose d'étudier, en se servant de la méthode graphique, les contractions du cœur de la grenouille séparé du corps. Il donne un dessin de l'appareil enregistreur qu'il a employé et qui consiste en un manomètre de transmission mis en rapport avec le cœur que l'on remplit de sérum et dans lequel on peut établir une pression déterminée au moyen d'un flacon de Mariotte; un style en rapport avec le manomètre enregistre sur un cylindre les oscillations du mercure. L'auteur se sert dans ses expériences, à l'exemple de M. Bowditch[1] qui a fait des expériences analogues, d'un cœur arrêté en diastole par une ligature appliquée au niveau du sinus de la veine cave (expérience de Stannius); il cherche l'influence qu'exerce sur ce cœur un changement de température, de pression, la ligature de l'organe, etc. Soumettant ce cœur à l'influence de divers poisons (muscarine, atropine, nicotine) il cherche à se rendre compte des causes qui régissent l'action périodique du cœur. De l'étude des courbes qu'il a obtenues et de l'analyse de ses nombreuses expériences, l'auteur conclut qu'on ne peut admettre, comme le veulent un grand nombre d'auteurs (en particulier Böhm, Schmeideberg, Köhler, etc.) qu'il existe dans le cœur des centres différents dont les uns pourraient produire l'arrêt du cœur, les autres l'excitation de ses mouvements. Pour lui, il n'y aurait qu'un centre automatique qui pourrait être modifié de diverses façons par les agents extérieurs et les toxiques. Dr P.

[1] *Bowditch*, Berichte der math. phys. Classe der K. S. Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig, Band XXIII, 1873.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE FÉVRIER 1874.

Le 1er, forte bise depuis midi jusqu'au lendemain de bonne heure.
3, gelée blanche le matin.
4, couronne lunaire le matin.
6 et 7, forte gelée blanche le matin.
8, dans la soirée neige et pluie ; la hauteur de la neige s'élève à quelques millimètres seulement, et elle disparaît au bout de peu de temps.
10, à 1 h. après midi, la bise se lève presque soudainement et avec une grande violence, pour durer jusqu'au lendemain à 9 h. ; au moment où la bise se levait, elle était accompagnée d'une faible giboulée de neige, assez faible pour qu'il fût impossible de la mesurer.
17, faible brouillard le matin ; dans l'après-midi et dans la soirée, fort vent du SO. avec pluie.
19, gelée blanche le matin ; de $7^1/_2$ et $9^1/_2$ h. matin, neige atteignant une hauteur de 50 mm. ; cette neige a disparu dans la plaine dans la soirée du 20.
20, forte bise toute la journée.
23, gelée blanche le matin ; pluie et neige en petite quantité l'après-midi.
24, brouillard épais toute la journée avec dépôt de givre.
25, brouillard et givre le matin jusqu'à midi ; clair l'après-midi et le soir.
26, gelée blanche le matin.

Le zéro de l'échelle du limnimètre a été trouvé à $-2^m,845$ au-dessous du repère de la pierre du Niton par deux déterminations parfaitement concordantes, faites le 5 et le 12 février. Le 5, le niveau de l'eau, devant le limnimètre, était à $-2^m,0726$ au-dessous de ce repère, au moment où l'échelle accusait $77^{cm},25$. Le 12, le niveau de l'eau était à $-2^m,1376$ au-dessous du repère, au moment où l'échelle accusait $70^{cm},75$.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM		MINIMUM.	
	mm		mm
Le 1er à 8 et 10 h. matin	734,19	Le 2 à 4 h. après midi	731,18
5 à 10 h. matin	738,63	8 à 8 h. soir	728,32
11 à 10 h. matin	738,00	12 à 2 h. après midi	734,93
13 à 8 h. matin	736,95	17 à 4 h. après midi	717,67
20 à 8 h. matin	726,47	22 à 2 h. après midi	723,93
24 à 10 h. matin	728,61	27 à 6 h. matin	716,16

ures du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Écart avec la hauteur normale.	Température. Moyenne des 24 heures	Écart avec la temp. normale	Minim.	Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Écart avec la tension normale.	Fraction de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Écart avec la fraction norm.	Minim.	Maxim.	Pluie. Eau tomb. d. les 24 h.	Nomb. d'h.	Vent domi-nant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Midi.	Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim.					mm.				°	°	cm
1	733,35	+ 6,13	+ 3,06	+ 2,86	— 1,6	+ 6,5	4,25	0,00	748	—105	590	920	...	...	N. 2	0,33	—	—	76
2	732,20	+ 5,04	+ 2,97	+ 2,70	+ 0,3	+ 5,9	3,68	—0,58	653	—199	510	760	...	...	NE. 1	0,06	5,3	+ 0,6	80
3	732,05	+ 4,95	+ 0,91	+ 0,57	— 3,8	+ 4,6	3,42	—0,84	711	—139	570	970	...	...	NE. 1	0,02	5,3	+ 0,6	76
4	734,73	+ 7,68	+ 2,22	+ 1,81	— 2,7	+ 7,7	3,91	—0,36	725	—123	580	900	..	...	NNE. 2	0,42	5,6	+ 0,9	77
5	737,96	+10,97	+ 1,50	+ 1,02	— 1,2	+ 4,9	3,75	—0,53	746	— 99	510	900	...	...	N. 1	0,21	5,7	+ 1,0	77
6	737,59	+10,66	— 0,44	— 0,99	— 5,4	+ 4,7	3,65	—0,64	829	— 14	530	1000	...	...	N. 1	0,02	5,6	+ 0,9	75
7	733,72	+ 6,85	+ 1,89	+ 1,26	— 6,1	+11,0	3,87	—0,43	731	—110	420	970	...	...	SSO. 1	0,01	5,6	+ 0,8	73
8	729,59	+ 2,78	+ 1,60	+ 0,89	— 1,2	+ 7,3	3,85	—0,46	766	— 73	480	970	1,2	5	SSO. 1	0,79	—	—	71
9	729,77	+ 3,03	— 0,05	— 0,84	— 2,5	+ 3,1	3,25	—1,07	720	—117	650	750	...	...	NNE. 1	0,14	5,7	+ 0,9	75
10	730,95	+ 4,27	— 4,51	— 5,36	— 7,4	+ 1,2	2,54	—1,79	785	— 50	610	850	...	...	NNE. 3	0,31	5,1	+ 0,3	72
11	737,29	+10,68	— 6,99	— 7,96	— 9,6	— 3,6	1,91	—2,43	733	—100	550	910	...	...	NE. 1	0,18	3,0	— 1,8	69
12	735,67	+ 9,12	— 5,28	— 6,34	—12,5	+ 0,9	2,48	—1,87	782	— 49	630	970	...	...	variable	0,37	4,3	— 0,5	73
13	735,96	+ 9,48	+ 1,16	+ 0,01	— 4,8	+ 5,9	3,36	—1,00	670	—159	540	830	...	...	variable	0,80	4,6	— 0,3	69
14	731,64	+ 5,22	+ 5,78	+ 4,54	+ 1,7	+11,0	3,67	—0,70	572	—255	330	730	...	..	variable	0,48	5,0	+ 0,1	70
15	724,03	— 2,34	+ 3,19	+ 1,86	— 1,0	+ 8,1	4,13	—0,24	723	—101	550	910	...	...	SSO. 1	0,83	—	—	68
16	723,02	— 3,29	+ 4,68	+ 3,25	+ 2,0	+ 8,5	5,69	+1,31	892	+ 70	750	940	6,1	7	variable	1,00	5,0	+ 0,1	69
17	719,34	— 6,92	+ 4,92	+ 3,39	+ 0,7	+ 9,9	5,04	+0,66	790	— 29	480	990	2,8	5	SSO. 2	0,69	5,7	+ 0,7	71
18	720,16	— 6,05	+ 2,37	+ 0,64	— 0,7	+ 5,4	4,53	+0,14	860	+ 44	710	990	1,3	3	SO. 1	0,76	5,3	+ 0,3	68
19	723,60	— 2,55	— 0,10	— 1,83	— 2,8	+ 4,2	4,22	—0,17	925	+111	790	1000	2,7	4	SSO. 1	0,82	5,2	+ 0,2	71
20	725,64	— 0,46	+ 2,21	+ 0,38	— 1,0	+ 3,9	3,70	—0,70	692	—119	600	730	...	...	NNE. 3	0,65	4,6	— 0,5	73
21	725,75	— 0,30	+ 1,13	— 0,81	— 0,9	+ 2,9	3,55	—0,86	723	— 85	620	810	...	...	NNE. 1	0,99	4,6	— 0,5	70
22	724,46	— 1,54	+ 1,61	— 0,44	— 1,3	+ 4,4	3,53	—0,89	708	— 98	510	900	...	...	NNE. 1	0,33	—	—	68
23	726,64	+ 0,70	— 0,04	— 2,20	— 2,7	+ 2,0	4,15	—0,28	902	+ 99	690	1000	0,8	4	SSO. 1	0,80	4,8	— 0,4	69
24	727,70	+ 1,81	— 1,42	— 3,69	— 4,1	+ 0,2	4,18	—0,26	986	+185	940	1000	...	...	SSO. 1	0,99	4,8	— 0,4	69
25	724,39	— 1,44	— 0,15	— 2,53	— 4,0	+ 4,7	4,41	—0,04	939	+141	780	1000	...	...	N. 1	0,48	5,1	— 0,2	68
26	721,16	— 4,62	+ 5,46	+ 2,97	— 0,2	+12,0	4,24	—0,22	664	—131	390	870	...	...	variable	0,58	5,3	0,0	—
27	717,37	— 8,35	+ 7,04	+ 4,44	+ 4,0	+11,1	4,89	+0,42	662	—131	500	800	...	...	N. 1	0,87	—	—	—
28	723,98	— 1,69	+ 7,44	+ 4,73	+ 5,0	+11,1	6,06	+1,58	791	+ 1	660	840	..	...	SSO. 1	0,94	5,7	+ 0,3	—

MOYENNES DU MOIS DE FÉVRIER 1874.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
				Baromètre.					
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	733,30	733,60	733,66	733,34	732,71	732,76	733,16	733,40	733,65
2e »	728,17	728,43	728,32	727,80	727,13	726,77	727,01	727,26	727,44
3e »	723,73	724,16	724,38	724,74	723,73	723,54	723,82	723,89	723,96
Mois	728,73	729,05	729,10	728,79	728,15	727,99	728,29	728,49	728,69
				Température.					
	°		°	°	°	°	°	°	°
1re décade	— 1,99	— 1,67	+ 1,10	+ 3,36	+ 4,37	+ 4,06	+ 2,37	+ 1,24	+ 0,48
2e »	— 1,42	— 1,32	+ 1,30	+ 3,33	+ 4,13	+ 3,92	+ 2,66	+ 1,94	+ 1,01
3e »	+ 0,71	+ 0,81	+ 2,37	+ 3,89	+ 4,39	+ 4,73	+ 4,71	+ 3,60	+ 2,74
Mois	— 1,01	— 0,84	+ 1,53	+ 3,50	+ 4,28	+ 4,20	+ 3,11	+ 2,17	+ 1,31
				Tension de la vapeur.					
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	3,44	3,51	3,76	3,68	3,68	3,59	3,82	3,72	3,61
2e »	3,53	3,77	3,78	4,02	3,80	3,99	4,14	3,99	4,09
3e »	4,14	3,99	4,45	4,28	4,52	4,66	4,53	4,56	4,53
Mois	3,67	3,74	3,96	3,97	3,96	4,04	4,13	4,06	4,04
				Fraction de saturation en millièmes.					
1re décade	870	864	751	630	593	588	686	739	754
2e »	834	867	725	673	617	651	729	748	813
3e »	853	817	815	723	729	727	727	785	822
Mois	852	852	760	672	640	650	713	755	794

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°		°	mm	cm
1re décade	— 3,19	+ 5,69	0,23	+ 5,49	1,2	75,2
2e »	— 2,80	+ 5,42	0,66	+ 4,74	12,9	70,1
3e »	— 0,52	+ 6,05	0,75	+ 5,05	0,8	68,8
Mois	— 2,29	+ 5,70	0,53	+ 5,08	14,9	71,9

Dans ce mois, l'air a été calme 4,8 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,45 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 11,8 E., et son intensité est égale à 17,60 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE FÉVRIER 1874.

Le 1er, brouillard jusqu'à 6 h. soir; clair dans la soirée.
Du 4 au 7, ciel parfaitement clair.
Le 8, clair le matin, brouillard depuis 11 h.; forte bise l'après-midi et le soir.
9, brouillard jusqu'au soir; forte bise tout le jour.
10, id. id.
11 et 12, ciel parfaitement clair.
14, brouillard le soir.
15, neige, brouillard, fort vent du SO.
16, brouillard tout le jour; fort vent du SO.
17, brouillard, neige.
18, id.
19, brouillard tout le jour avec forte bise; neige dans la nuit du 18 au 19.
20, forte bise tout le jour; brouillard une partie de la journée.
21 et 22, ciel parfaitement clair.
23, brouillard le soir.
24, id.
Du 25 au 28, brouillard tout le jour, avec un fort vent du SO. le 26 et le 27.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 1er à 6 h. matin	565,06	Le 3 à 6 h. matin	562,68
6 à 10 h. matin et midi	571,31	10 à 2 h. après m.	556,34
13 à 8 h. matin	568,27	19 à 6 h. matin	553,43
21 à 8 h. matin	558,91	22 à 6 h. matin	556,48
24 à midi	560,24	27 à 8 h. matin	557,94
28 à 10 h. soir	562,48		

SAINT-BERNARD. — FÉVRIER 1874.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum.	Baromètre. Maximum.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum*	Température C. Maximum*	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.	Clarté moyenne du Ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim			
1	564,70	+ 4,25	564,58	565,06	— 9,45	— 0,38	—10,8	— 7,5	.....	.....	....	NE. 1	0,70
2	564,19	+ 3,77	563,63	564,88	— 8,18	+ 0,88	— 9,9	— 6,2	.....	.....	....	NE. 1	0,07
3	563,58	+ 3,20	562,68	564,24	— 8,15	+ 0,90	—10,0	— 5,5	.....	.....	....	NE. 1	0,13
4	566,37	+ 6,03	564,31	568,43	— 7,85	+ 1,19	— 9,7	— 4,4	.....	.....	....	SO. 1	0,04
5	569,70	+ 9,40	568,57	570,71	— 4,77	+ 4,26	— 7,1	— 1,8	.....	.....	....	NE. 1	0,02
6	570,86	+10,59	570,44	571,31	— 3,03	+ 5,99	— 4,8	+ 0,2	.....	.....	....	calme	0,00
7	567,32	+ 7,09	565,17	569,42	— 4,94	+ 4,07	— 8,4	— 0,8	.....	.....	....	calme	0,00
8	560,29	+ 0,09	559,15	562,03	—11,47	— 2,48	—13,0	— 9,6	.....	.....	....	NE. 2	0,69
9	558,62	— 1,55	557,79	559,17	—14,72	— 5,75	—16,0	—13,1	.....	.....	....	NE. 2	0,76
10	557,41	— 2,73	556,34	559,23	—19,79	—10,84	—23,0	—17,0	.....	.....	....	NE. 3	0,89
11	564,65	+ 4,55	562,01	566,31	— 9,43	— 0,50	—16,8	— 5,0	.....	.....	....	NE. 1	0,00
12	566,97	+ 6,90	565,91	568,12	— 5,21	+ 3,70	— 7,5	— 0,8	.....	.....	....	calme	0,00
13	567,88	+ 7,84	567,82	568,27	— 6,76	+ 2,12	— 8,2	— 4,3	.....	.....	....	SO. 1	0,28
14	565,74	+ 5,73	564,70	566,96	— 9,66	— 0,81	—12,1	— 6,4	.....	.....	....	SO. 1	0,69
15	561,51	+ 1,53	560,77	562,59	— 9,01	— 0,19	—10,4	— 7,5	40	1,9.	....	SO. 2	1,00
16	559,34	— 0,61	558,94	560,17	— 8,91	— 0,12	— 9,2	— 7,8	.....	.....	....	SO. 2	0,98
17	554,74	— 5,18	554,26	555,88	— 8,40	+ 0,36	— 9,4	— 6,4	50	4,6.	....	NE. 1	0,81
18	553,90	— 5,99	553,59	554,45	—11,60	— 2,87	—14,5	— 9,1	110	7,9.	....	NE. 1	0,79
19	554,68	— 5,19	553,43	555,57	—13,33	— 4,64	—14,4	—10,4	40	1,2.	....	NE. 2	0,94
20	557,06	— 2,79	556,24	558,29	—12,81	— 4,16	—14,6	—10,2	.....	.....	....	NE. 3	0,71
21	558,05	— 1,78	557,62	558,91	— 7,98	+ 0,63	—10,5	— 4,7	.....	.....	....	NE. 1	0,00
22	557,07	— 2,74	556,48	557,90	—10,83	— 2,26	—12,8	— 8,7	.....	.....	....	NE. 1	0,00
23	558,97	— 0,82	557,84	560,08	— 9,57	— 1,04	—11,0	— 7,0	.....	.....	....	NE. 1	0,73
24	559,63	— 0,14	559,44	560,24	— 9,73	— 1,24	—12,6	— 5,2	.....	.....	....	SO. 1	0,44
25	558,61	— 1,14	558,51	558,93	—10,50	— 2,06	—11,1	— 9,2	.....	.....	....	SO. 1	0,93
26	559,10	— 0,63	558 41	559,81	—11,52	— 3,13	—12,4	—10,4	....	.....	....	SO. 3	1,00
27	558,18	— 1,53	557,94	558,70	— 9,21	— 0,87	—11,2	— 8,0	.....	.....	....	SO. 2	1,00
28	560,91	+ 1,21	558,92	562,48	— 4,46	+ 3,83	— 6,3	— 1,8	.....	.....	....	SO. 1	0,87

* Ces colonnes renferment la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

MOYENNES DU MOIS DE FÉVRIER 1874.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
				Baromètre.					
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	564,23	564,42	564,65	564,56	564,23	564,23	564,31	564,41	564,54
2e »	560,39	560,88	561,02	560,93	560,63	560,59	560,63	560,74	560,85
3e »	558,31	558,69	558,92	559,02	558,91	558,90	559,08	559,11	559,25
Mois	561,17	561,51	561,71	561,68	561,42	561,41	561,50	561,59	561,71
				Température.					
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade	— 9,90	—10,13	— 9,06	— 7,23	— 6,76	— 7,68	— 9,58	— 9,95	—10,23
2e »	—10,95	—10,58	— 9,46	— 7,56	— 7,13	— 8,00	— 9,71	— 9,86	— 9,76
3e »	—10,69	— 9,92	— 8,54	— 7,46	— 6,99	— 8,10	— 9,54	— 9,49	— 9,70
Mois	—10,50	—10,23	— 9,05	— 7,41	— 6,96	— 7,91	— 9,61	— 9,79	— 9,91

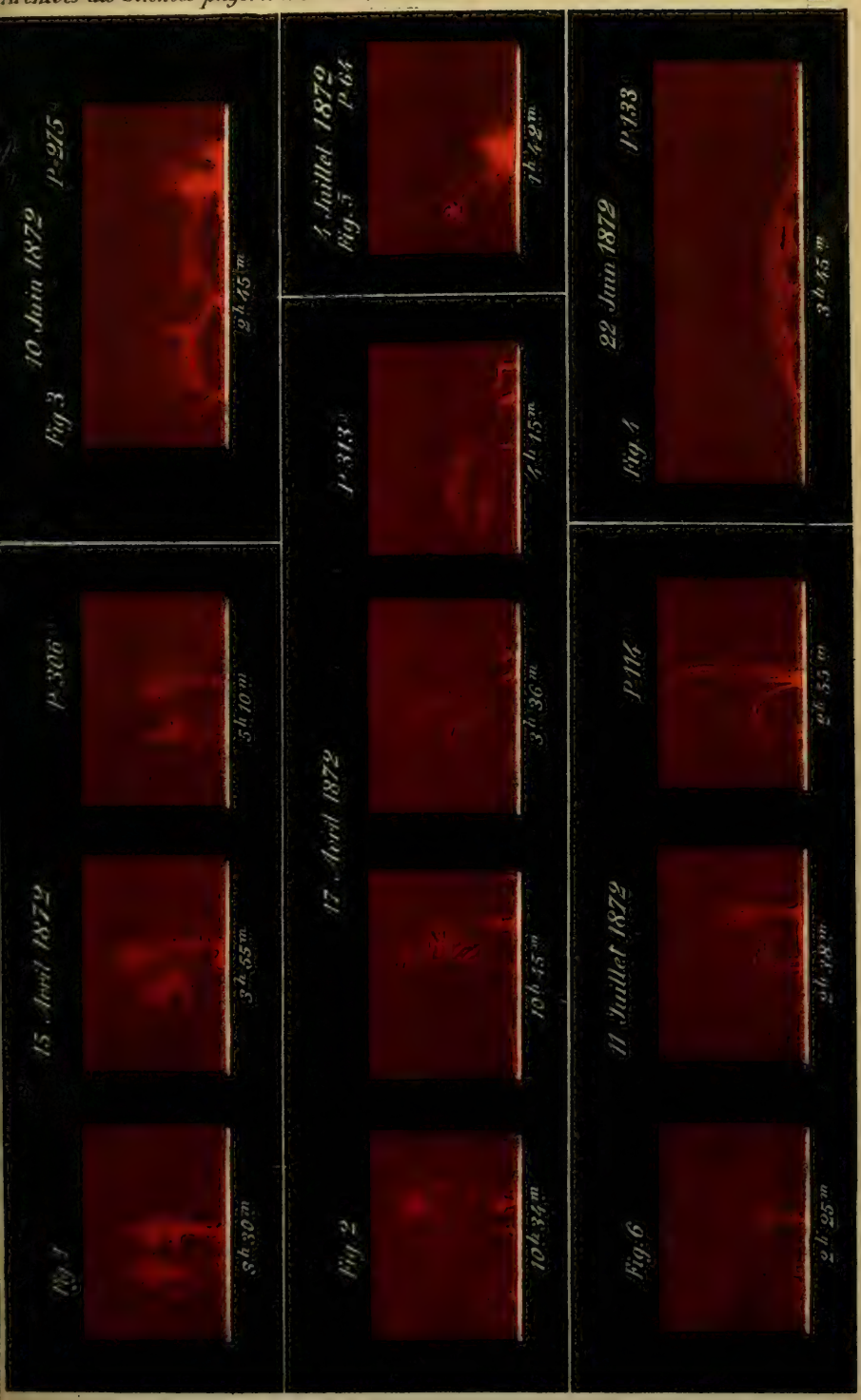
	Min. observé.*	Max. observé.*	Clarté moyenne du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	°	°		mm	mm
1re décade	—11,27	— 6,57	0,33	—	—
2e »	—11,71	— 6,79	0,62	15,6	240
3e »	—10,99	— 6,88	0,62	—	—
Mois	—11,35	— 6,74	0,51	15,6	240

Dans ce mois, l'air a été calme 11,9 fois sur 100.

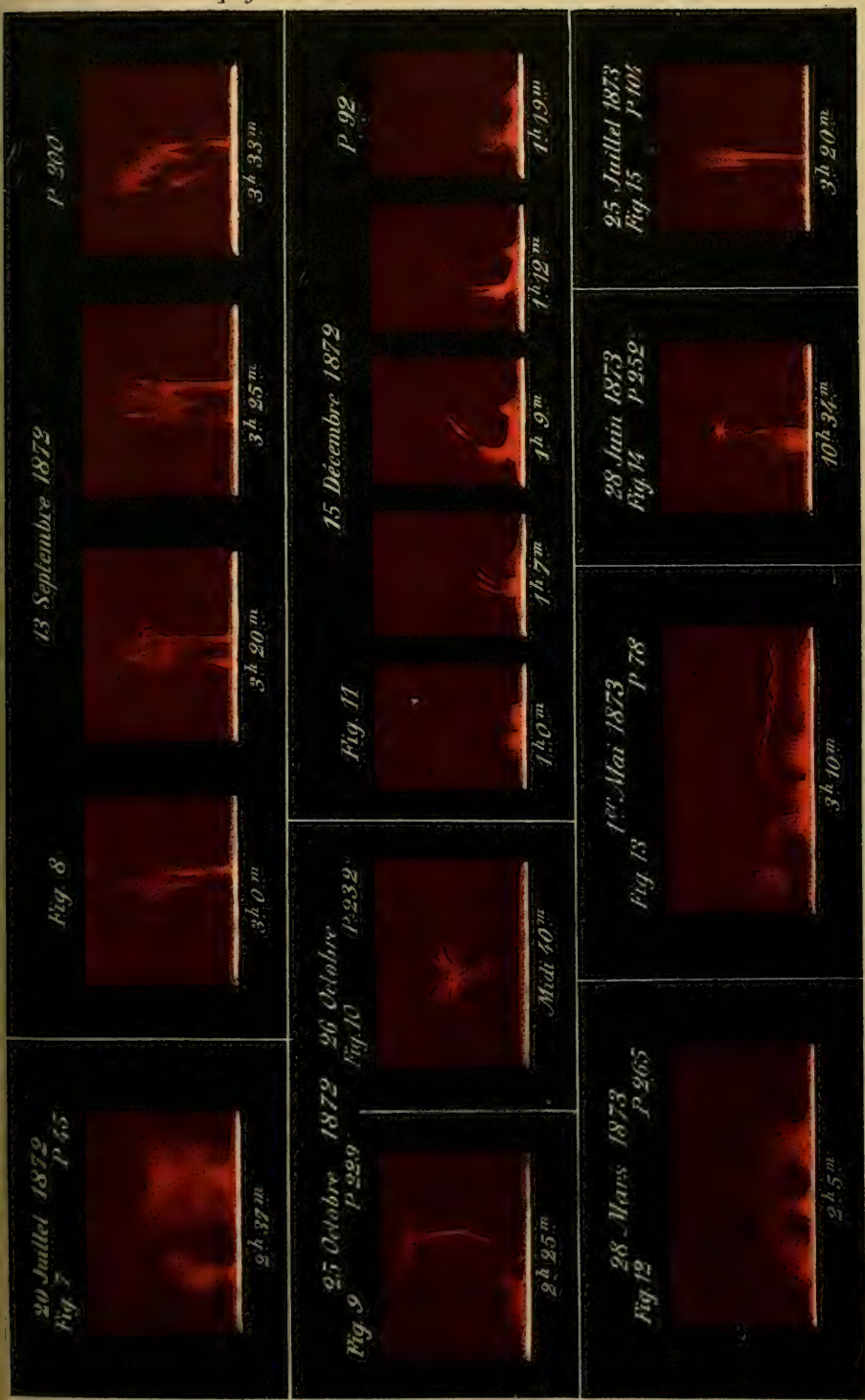
Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,44 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45 E., et son intensité est égale à 21,8 sur 100.

* Voir la note du tableau.



Lith. F. Noverraz, Genève.



Lith. F. Noverraz, Genève.

BASES OXYGÉNÉES DISTILLABLES

DÉRIVÉES DU

GLYCOL ET DES AMINES AROMATIQUES

PAR

M. Eugène DEMOLE

INTRODUCTION

Après que M. Wurtz eut obtenu l'oxyde de glycol ou oxyde d'éthylène, il établit par le moyen de ce corps un nouveau lien entre la chimie organique et la chimie inorganique. Il montra que ce composé peut être rapproché de certains oxydes métalliques par la manière dont il se comporte soit vis-à-vis de l'eau, soit vis-à-vis des acides.

Ainsi, tandis que la chaux CaO s'unit à deux molécules d'eau pour former l'hydrate calcique $Ca(OH)_2$, l'oxyde d'éthylène C_2H_4O prend aussi deux molécules d'eau pour former le glycol ou hydrate éthylénique $C_2H_4(OH)_2$; pendant que l'oxyde de plomb PbO prend deux molécules d'acide acétique pour former l'acétate neutre $Pb(OC_2H_3O)_2$, l'oxyde d'éthylène, à son tour, donne avec deux molécules du même acide le diacétate éthylénique $C_2H_4(OC_2H_3O)_2$ [1].

L'eau et les acides ne sont point les seuls corps que C_2H_4O soit capable de fixer. Mis en présence de l'hydrogène naissant il additionne H_2 et se transforme en alcool; chauffé à 100° avec le bisulfite de sodium il donne l'isé-

[1] *Annales de chimie et de physique* (3) t. LXIX, p. 334.

thionate de sodium[1] : enfin le glycol peut s'unir à une ou plusieurs molécules d'oxyde d'éthylène pour donner des alcools tri, tétra et polyéthyléniques plus compliqués[2].

Mais les éthers et les alcools ne sont point les seuls corps formés dans ces phénomènes d'addition. — M. Wurtz a montré que l'oxyde d'éthylène additionnait aussi l'ammoniaque et qu'ainsi prenaient naissance de nouvelles bases oxygénées : les hydroxéthylènamines[3]. — A la vérité M. Wurtz n'a pas étudié ces bases proprement dites, mais seulement les sels qu'elles forment avec les acides. Néanmoins, il est permis de croire que ces bases ne sont point des combinaisons moléculaires, mais bien de véritables dérivés du glycol, dans lequel un des groupes (OH) est remplacé par NH_2, par $NH(C_2H_4OH)$, ou par $N(C_2H_4OH)_2$.

Je montrerai dans le courant de ce travail qu'il en est bien ainsi, et que la nouvelle base qui prend naissance par l'union de C_2H_4O avec $C_7H_7NH_2$ est bien une base secondaire, et que, par conséquent, un des hydrogènes du groupe NH_2 est remplacé par le reste du glycol C_2H_4OH'.

Après avoir préparé les hydroxéthylènes amines, M. Wurtz chercha à obtenir les dérivés aromatiques[4]. — A cette époque il avait reconnu que la chlorhydrine du glycol additionne aussi NH_3, et qu'au lieu d'obtenir les bases proprement dites, on obtenait leurs chlorhydrates. C'est ainsi que cet illustre savant arriva à la synthèse de la névrine, par l'union de la chlorhydrine avec la triméthylamine.

[1] *Zeitsch. für Chem.*, LIV, p. 341.
[2] *Ann. de chim. et phys.* (3) t. LXIX, p. 330.
[3] *Comptes rendus*, XLIX, p. 898.
[4] *Comptes rendus*, t. LXVIII, n° 26, p. 1504.

Ne doutant pas que cette méthode ne s'appliquât aussi à l'aniline et à la toluidine, il chauffa à une température assez élevée ces dernières bases avec le glycol chlorhydrique, et les produits qu'il obtint ne furent nullement les hydroxéthylènes amines aromatiques.

Avec la toluidine, par exemple, il obtint trois bases qu'il nomma vinyltoluidine, divinyltoluilènamine et vinyloxéthylènetoluilènamine, dont il donna les formules suivantes :

$$\left.\begin{matrix} C_7H_7 \\ C_2H_3 \\ H \end{matrix}\right\}N \qquad \left.\begin{matrix} C_7H_5 \\ C_2H_3 \\ C_2H_3 \end{matrix}\right\}N \qquad \left.\begin{matrix} C_7H_5 \\ C_2H_4OH \\ C_2H_3 \end{matrix}\right\}N$$

La première de ces bases sera étudiée dans ce mémoire, car elle prend naissance dans la déshydratation de l'oxéthylène toluidine; néanmoins, je ne l'envisage point comme une base secondaire, mais bien comme une base tertiaire : la diéthylène-ditollyle-diamine $\begin{matrix}{}_2(C_2H_4) \\ {}_2(C_7H_7)\end{matrix}N_2$ (Voir ce mémoire page 44).

Quant aux deux autres bases, elles s'éloignent beaucoup des oxéthylènes amines, et je crois que, pour le moment, il serait prématuré de leur assigner une constitution, car leur étude est fort incomplète.

Enfin, tout dernièrement, M. Ladenburg[1] a repris la méthode qui consiste à additionner C_2H_4O aux corps renfermant NH_2, et avec l'acide paramidobenzoïque il a obtenu l'acide oxéthylène paramidobenzoïque, lequel en perdant CO_2 a donné une base non étudiée, mais dont le sulfate a fourni à l'analyse la formule $(C_2H_4OC_6H_5NH_2)_2$ H_2SO_4.

M. le professeur Ladenburg m'a engagé à poursuivre

[1] *Berichte d. deutsch. Chem. Gesellsch.*, sechst. Jahrgang, 129.

cette étude et à tâcher d'arriver aux oxéthylènes amines aromatiques par synthèse directe des amines avec l'oxyde d'éthylène, composé que M. Wurtz n'a pas pu obtenir. Ce mémoire comprend tout d'abord une méthode nouvelle que je propose pour la préparation rapide du glycol, puis l'étude de quelques oxéthylènes amines aromatiques et de leurs dérivés.

I. — PRÉPARATION DU GLYCOL

par la réaction de molécules égales

DE BROMURE D'ÉTHYLÈNE ET D'ACÉTATE DE POTASSE

EN PRÉSENCE DE L'ALCOOL A 80°

Les alcools diatomiques, et les alcools en général, ne peuvent pas être obtenus commodément par saponification directe des chlorures, iodures et bromures correspondants au moyen des alcalis. L'on connaît, il est vrai, quelques iodures qui, traités par $Ag_2{}'O$, donnent directement l'alcool; mais ce n'est point un mode de formation général, car le plus souvent les bromures perdent HBR par leur contact avec les alcalis.— Le procédé usité consiste à transformer les bromures en éthers acétiques ou en un autre éther, et de décomposer ces derniers par la potasse. Cette transformation est facile; elle se fait soit au moyen des sels d'argent, soit au moyen de ceux de potasse; tantôt, avec l'intermédiaire de l'alcool, qui joue alors le rôle de véhicule, tantôt par l'union du bromure et du sel à l'état sec ou en solution acétique.

Pour les alcools monoatomiques qui ne peuvent donner qu'un seul éther avec les acides monobasiques, la transformation de leurs iodures en éthers est fort simple : échange de l'atome d'iode contre le reste de l'acide monobasique.

Pour les alcools diatomiques, au contraire, il peut exister deux sortes d'éthers avec un acide monobasique, et ces deux éthers pourront tous les deux être formés dans l'éthérification du bromure, iodure, suivant les circonstances dans lesquelles on opère.

Ainsi, deux molécules d'acétate d'argent réagissant sur une molécule de bromure d'éthylène, donneront presque exclusivement du diacétate éthylénique[1].

J'ai observé qu'il en était ainsi avec l'acétate de potasse et le bromure d'éthylène lorsque ces deux corps réagissent ensemble à l'état sec, molécules égales, et à une température assez élevée.

J'ai chauffé deux jours à 150-200° en tubes scellés 90 gr. (1 mol.) de $C_2H_4Br_2$ et 47 gr. (1 mol.) de $C_2H_3KO_3$ fondu sec. J'ai repris par l'éther, filtré et distillé. J'ai retrouvé tout d'abord du bromure d'éthylène, puis un corps passant de 170° à 190°. Après plusieurs rectifications j'ai obtenu un liquide bouillant à 187-189°. Il ne renfermait pas de brome, était assez soluble dans l'eau et a donné à l'analyse les nombres suivants :

Subst. 0,166; CO_2=0,296; H_2O=0,1029

	Trouvé	Calculé pour $C_2H_4(C_2H_3O_2)_2$
C	48.64	49.31
H	6.88	6.84
O		43.83
		99.98

Si, au contraire, nous éthérifions une molécule de $C_2H_4Br_2$ par deux molécules d'acétate de potasse en présence de l'alcool dilué nous obtenons presque exclusivement la monacétine du glycol[2].

[1] *Ann. de chim. et phys.* (3) t. LV, p. 1859.
[2] *Philosoph. Magaz.*, t. XVI, 433.

Donc, 1° à l'état sec, molécules égales de $C_2H_4Br_2$ et d'acétate de potasse donnent l'éther diacétique;

2° Une molécule de bromure d'éthylène et deux molécules d'acétate de potasse donnent en présence de l'alcool dilué l'éther monacétique.

Que se passe-t-il maintenant entre molécules égales de bromure et d'acétate en présence de l'alcool dilué ?

C'est ce que j'ai cherché à éclaircir.

J'ai chauffé au bain-marie pendant 15-18 heures dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant :

102 gr. d'acétate de potasse fondu sec (1 mol.)
200 gr. d'alcool d'une densité de 0,83
195 gr. de bromure d'éthylène pur (1 mol.)

La réaction achevée, j'ai filtré et retrouvé

120 gr. de bromure de potassium
Théorie 123

Tout le potassium est donc occupé par du brome. Le liquide a été distillé doucement au bain-marie, puis ensuite au bain d'huile.

J'ai séparé les portions bouillant de 72-79, 79-80, 80-140, 140-195 et 195-205.

En fractionnant ces divers produits j'ai finalement obtenu :

1° Une quantité assez forte d'un liquide bouillant de 72-75 et dont l'odeur caractéristique annonçait l'acétate d'éthyle.

2° 87 gr. de bromure d'éthylène (128-132) soit à peu près la moitié du bromure d'éthylène employé.

3° 23 gr. de glycol bouillant de 195-199.

Au point de vue pratique ces faits ont une certaine importance. On se rappelle la suite longue et pénible des

opérations qui conduisent au glycol et le rendement toujours assez faible de ce produit, eu égard au temps considérable consacré à sa préparation.

La méthode donnée ci-dessus est, au contraire, d'une extrême simplicité et en outre fort rapide. Il suffit de faire bouillir 16 heures, molécules égales, de $C_2H_4Br_2$ et de $C_2H_3KO_2$ avec le double du poids de ce dernier, d'alcool à 80°, de filtrer et de distiller. — De 80 à 140, le bromure d'éthylène distille et en le précipitant par l'eau et la redistillation on le sépare de l'éther acétique qu'il peut renfermer. De 140 à 190, on obtient une petite quantité d'un liquide renfermant un peu de glycol ; de 190 à 205 ce produit passe à peu près pur.

Voici les chiffres obtenus par divers auteurs dans la préparation du glycol, mis en regard des miens :

	$C_2H_4Br_2$ employé	Glycol obtenu	Glycol pour 100 de $C_2H_4Br_2$ employé
L. Henry	1000	80	8.%
Ad. Wurtz	350	47	13.4
Nouvelle méthode	195	23	11.7

D'après la méthode ordinaire et avec un seul appareil, je ne pense pas que l'on puisse faire aisément plus de 50 à 60 gr. de glycol par semaine (à supposer que l'on aie déjà le bromure d'éthylène) ; tandis que par la nouvelle méthode on arrive aisément à 180 ou 200 gr. ; en outre on retrouve le 44 °/₀ du bromure employé, soit 616 gr.

Il est inutile d'insister davantage sur ces faits au point de vue pratique, car ils ne deviennent vraiment intéressants que lorsqu'on doit préparer de grandes quantités de glycol.

Quant à leur interprétation théorique, elle n'est pas sans difficultés.

Pourquoi la moitié du $C_2H_4Br_2$ se retrouve-t-elle inaltérée; si cette moitié n'est pas utilisée dans la réaction, elle est donc inutile: mais si nous mettons la moitié moins de $C_2H_4Br_2$ nous n'obtenons plus les mêmes produits; donc cette fraction joue un rôle quelconque, et c'est ce rôle que j'ai cherché à éclaircir.

Tout le K est occupé par du Br; supposons deux molécules de $C_2H_4Br_2$ et deux molécules de $C_2H_3KO_2$ et après cette formation de KBr, il nous restera :

$$\begin{matrix} C_2H_4Br \\ C_2H_4Br \end{matrix} \text{ et } \begin{matrix} C_2H_3O_2 \\ C_2H_3O_2 \end{matrix}$$

Or, ces restes en se soudant mutuellement donneront naissance à deux molécules de bromacétine :

$$2\left(\begin{matrix} CH_2Br \\ CH_2OC_2H_3O \end{matrix}\right)$$

Cette bromacétine bouillie longtemps avec de l'alcool aqueux se scindera en bromure d'éthylène, en glycol et en acétate d'éthyle, d'après l'équation

$$2\left(\begin{matrix} CH_2Br \\ CH_2C_2H_3O_2 \end{matrix}\right)+2(C_2H_5OH)=\begin{matrix} CH^2Br \\ CH_2Br \end{matrix}+\begin{matrix} CH_2OH \\ CH_2OH \end{matrix}$$
$$+2(C_2H_5C_2H_3O_2)$$

Ou bien la bromacétine subira une autre décomposition : en présence de l'alcool elle donnera tout d'abord de la bromhydrine et de l'acétate d'éthyle :

$$2\left(\begin{matrix} CH_2Br \\ CH_2OC_2H_3O \end{matrix}\right)+2(C_2H_5OH)=2\left(\begin{matrix} CH_2Br \\ CH_2OH \end{matrix}\right)+2(C_2H_5C_2H_3O_2)$$

Et la bromhydrine, par la distillation, se scindera en glycol et bromure d'éthylène:

$$2\left(\begin{matrix} CH_2OH \\ CH_2Br \end{matrix}\right)=\begin{matrix} CH_2OH \\ CH_2OH \end{matrix}+\begin{matrix} CH_2Br \\ CH_2Br \end{matrix}$$

Pour tâcher de réaliser ces diverses suppositions, j'ai

préparé tout d'abord la bromacétine. Simpson[1] a indiqué, pour arriver à la chloracétine, une méthode très-expéditive et très-facile consistant à saturer d'HCl la monacétine du glycol.

J'ai employé cette méthode en substituant HBr à HCl. La saturation de $C_2H_4OHC_2H_3O_2$ par HBr est achevée à 100° en une heure et demie; on ajoute de l'eau qui précipite une huile qu'on lave rapidement à l'eau, puis que l'on sèche sur $CaCl_2$.

Le liquide est ensuite distillé et l'on finit par obtenir un point constant, après plusieurs rectifications, situé vers 161-163 (non corr.).

Ce liquide a donné à l'analyse les nombres suivants:

I Subst., 2591; CO_2 .2716; H_2O .1017
II Subst., 6307; CO_2 .7136 AgBr

	Trouvé I	Trouvé II	Calculé pour CH_2Br $CH_2C_2H_3O_2$
C	28.59		28.74
H	4.43		4.18
Br		48.13	47.90
O			19.16
			99.98

L'acétobromydrine est un liquide incolore, assez mobile, d'une odeur éthérée agréable, rappelant celle de la chloracétine. Elle bout de 161 à 163° sans décomposition. Elle est peu soluble dans l'eau, et elle y subit au bout d'un temps assez long une décomposition qui donne sans doute lieu à la formation de bromhydrine et d'acide acétique. Elle se mêle à l'alcool en toute proportion. — Lorsqu'on l'additionne de lessive de soude concentrée et

[1] *Proced. royal. Society*, t. IX, p. 725.

qu'on chauffe, il se dégage un gaz combustible présentant les caractères de l'oxyde d'éthylène.

J'ai chauffé à 100° dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant de la bromacétine avec un excès d'alcool à 80° pendant 16 heures. Au bout de ce temps j'ai distillé : les produits obtenus sont : l'acétate d'éthyle, puis un corps bouillant à 140-150° constituant sans doute la bromhydrine, car il est soluble dans l'eau et renferme du brome. Au reste point de bromure d'éthylène et point de glycol.

Cette expérience toute négative montre donc :

Que la décomposition de l'acétobromhydrine par l'alcool dilué ne donne pas naissance à un dédoublement en bromure d'éthylène, glycol et éther éthylacétique, mais seulement à la formation de ce dernier corps et selon toutes apparences à la bromhydrine ; en outre, cette dernière, si tant est qu'elle soit formée, ne se décompose pas par la distillation comme on pouvait l'espérer.

J'ai montré plus haut que le $C_2H_4Br_2$ et le $C_2H_3KO_2$ chauffés sans alcool donnaient naissance à l'éther diacétique.

Cette réaction m'a conduit à penser qu'il en est toujours ainsi, de quelque manière que l'on opère. En présence de l'alcool, cette diacétine se transforme tantôt en glycol et éther acétique, tantôt en monacétine et acide acétique, suivant la présence ou l'absence du bromure d'éthylène. Les deux expériences suivantes viennent à l'appui de cette manière de voir :

1° 23 gr. de monacétine et 60 gr. d'alcool à 80° ont été chauffés pendant 18 heures à l'ébullition au réfrigérant ascendant. A la distillation j'ai retrouvé la monacétine n'ayant subi aucune altération, et sans glycol.

2° 47 gr. de bromure d'éthylène et 26 gr. de monacétine ont été chauffés dans les mêmes circonstances que ci-dessus avec 60 gr. d'alcool à 80°, pendant 18 heures.

A la distillation, j'ai obtenu de l'éther éthylacétique, du bromure d'éthylène et

13 gr. de glycol

La théorie demandant 15 gr. pour 26 gr. de monacétine.

La première expérience n'a rien d'étonnant, et je l'ai faite plutôt par acquit de conscience. Quant à la seconde, elle me semble digne d'attirer l'attention. Nous y voyons le bromure d'éthylène, par le seul fait de sa présence, déterminer un éther à se changer en alcool correspondant au contact de l'alcool ordinaire dilué[1].

Je ne crois pas qu'il soit possible de tirer encore des conclusions bien certaines de tous ces faits. La question demande à être éclairée par d'autres expériences qui décideront, je l'espère, si le bromure d'éthyline subit une décomposition, ou s'il ne joue qu'un rôle purement catalytique.

II. — HYDROXÉTHYLÈNES AMINES AROMATIQUES

A. Préparation de l'oxyde d'éthylène.

a) BROMURE D'ÉTHYLÈNE

Dans un récent mémoire, Erlenmayer et Bunte[2] ont

[1] Friedel et Craft (*Bulletin de la Société chim. de Paris*, 1863, p. 597) ont montré que certains éthers peuvent être décomposés par des alcools différents. Mais dans le cas présent nous voyons qu'il n'en est pas ainsi ; ce n'est que la présence de $C_2H_4Br_2$ qui permet la décomposition de la monacétine par l'alcool.

[2] *Ann. der Chem. und Phar.*, 168, p. 64.

publié une excellente méthode pour la préparation en grand de ce corps.

Ces chimistes font usage d'un acide sulfurique dilué de la moitié de son poids d'alcool, lequel tombe goutte à goutte dans un mélangé chauffé, formé de 25 parties en poids d'alcool et de 150 parties d'acide sulfurique.

Le gaz éthylène est privé de l'acide sulfureux et de l'eau qui l'accompagnent par son passage à travers divers flacons remplis les uns de soude, les autres d'acide sulfurique, puis il arrive dans le brome, lequel est placé dans un tube incliné, maintenu froid au moyen d'un réfrigérant Liebig. L'excédant de C_2H_4 est recueilli dans un flacon renfermant un peu de brome, et l'acide bromhydrique ou la vapeur de brome sont ensuite absorbés dans de la chaux.

Cette méthode comprend donc deux modifications apportées à celle de Mitscherlich : la première, c'est la formation de C_2H_4 par un procédé infiniment plus économique en alcool et beaucoup plus productif de toutes manières; la seconde modification, c'est la façon dont on reçoit le gaz éthylène dans le brome.

Si la première innovation est heureuse, la seconde m'a paru ne pas mériter beaucoup d'attention. Ce tube dans lequel on met du brome est nécessairement d'un diamètre assez restreint, ce qui oblige à renouveler fréquemment la portion de brome qui vient d'être saturée.

En outre, ce tube refroidi presque dans toute sa longueur possède néanmoins une courbure où le refroidissement est nul; or, en raison de l'inclinaison de ce tube, c'est précisément dans cette partie que tend à se porter le brome, et l'on peut dire que c'est en ce point non refroidi que s'effectue la majeure partie de la combinaison.

Pour ces raisons, et pour la place considérable que prend cet appareil, je crois préférable de ne pas s'en servir.

Pour les préparations de bromure d'éthylène que j'ai effectuées, j'ai fait usage d'un gros cylindre de verre placé dans un baquet où courait un courant d'eau froide. On place 1 kil. de brome au fond du cylindre et l'on y fait arriver le gaz par deux appareils Erlenmayer à la fois, en ayant soin de ne pas faire plonger plus de 1 ou 2^{c} les tubes qui amènent ledit gaz. L'excédant de C_2H_4 est perdu pour ne pas compliquer l'appareil et les traces de brome entraînées sont recueillies dans une lessive de soude.

Une fois que les deux appareils marchent, ils ne demandent presque pas plus de surveillance que s'il n'y en avait qu'un seul. Il ne faut pas craindre de forcer un peu le dégagement du gaz en chauffant passablement le ballon et en y faisant tomber fréquemment le mélange alcoolique. Seulement plus le gaz est rapidement produit, plus aussi il est souillé d'acide sulfureux, ce qui oblige à changer assez fréquemment les flacons purificateurs de potasse[1].

Dans ces circonstances, le rendement de bromure d'éthylène est très-considérable.

J'ai fait 1 kil. en 7 heures et demie, et une autre fois 830 gr. en quatre heures, ce qui porte à environ 2 kil. la quantité produite dans une journée.

Ce bromure est, au reste, parfaitement pur et incolore. Il bout de 129 à 133°.

[1] Si la potasse renferme du carbonate de potassium, et que sa saturation soit poussée jusqu'au bout, il se forme un courant de CO_2 qui entraîne beaucoup de brome.

b) OXYDE D'ÉTHYLÈNE.

La méthode dont je me suis servi pour la préparation de ce corps n'est pas nouvelle, dans ce sens qu'elle repose sur deux réactions connues. Néanmoins, comme je ne l'ai trouvée consignée nulle part, et qu'elle m'a donné de bons résultats, je la décrirai en détail.

On sait que les éthers du glycol renfermant encore un groupe OH alcoolique, l'échangent aisément contre du chlore, de l'iode, lorsqu'on les sature à 100° d'acide chlorhydrique ou iodhydrique. J'ai montré moi-même (voir page 15 de ce mémoire) qu'il en était ainsi également avec l'acide bromhydrique.

On sait en outre, que les corps résultant de cette substitution, traités par la potasse, dégagent l'oxyde d'éthylène avec formation accessoire de divers sels de potasse et d'eau.

C'est sur ces deux réactions que repose la méthode dont je me suis servi pour préparer l'oxyde d'éthylène.

On traite d'abord pendant 15 heures à 80-100° dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant le bromure d'éthylène (1 mol.) par de l'acétate de potasse fondu sec (2 mol.) avec le double du poids de ce dernier d'alcool à 80°, ainsi que l'a indiqué Atkinson [1].

La réaction achevée, on filtre pour éloigner K Br et l'on distille doucement au bain-marie, puis ensuite au bain d'huile. On prend comme monacétine ce qui passe de 170 à 185°. Le thermomètre ne monte, au reste, guère au delà.

Cette monacétine est ensuite saturée d'acide HCl à 100° jusqu'à refus d'absorption; en deux heures, pour 150

[1] Atkinson, *Phil. Magaz.* (4) XVI, p. 433.

gr. de monacétine la réaction est achevée. Pour éloigner la majeure portion de HCl on distille, en ne prenant pour chloracétine que le liquide qui bout de 110 à 150°. Le reste est de l'eau ou de la monacétine non altérée. Le liquide bouillant de 110 à 150° est encore fort acide; c'est un mélange de chlorhydrine et de chloracétine. On le place dans un ballon spacieux et refroidi et l'on ajoute peu à peu de la potasse pure [1].

Lorsqu'on juge que l'excès d'alcali est suffisant pour opérer la décomposition totale de l'éther, on met le ballon en communication avec un réfrigérant ascendant, puis avec un appareil condensateur refroidi par de la glace et du sel marin. On chauffe alors doucement le ballon, et le gaz se dégage très-régulièrement. Il m'est cependant arrivé plusieurs fois d'avoir un dégagement trop brusque de gaz, ce qui peut amener des explosions; je pense qu'en plaçant du sable ou des fragments de platine dans le fond du ballon, on éviterait cet inconvénient.

Ainsi produit, le gaz n'est pas sec; M. Wurtz le dessèche en le faisant passer sur des fragments de potasse caustique; j'ai observé que cet alcali s'échauffe énormément par le passage du gaz et je n'ai pas continué à employer cette méthode. Le plus sûr, pour l'avoir sec, consiste à le redistiller, ce qui se fait avec la plus grande facilité.

Dans la méthode ordinaire, qui consiste à décomposer la chlorhydrine du glycol par la potasse, j'ai obtenu presque toujours 4 gr. d'oxyde d'éthylène pour 100 gr. de bromure employé. Dans la méthode par l'acétobrom-

[1] La soude ou la potasse impure occasionnent vers la fin de l'opération un dégagement de CO_2 qui entraîne beaucoup de C_2H_4O.

hydrine, pour 100 gr. de bromure d'éthylène, j'ai reçu tantôt 6, 7 et 8 gr. d'oxyde. En outre, cette méthode est bien plus courte que la précédente, puisque l'on n'est pas obligé de passer par le glycol et la chlorhydrine.

B. Hydroxéthylènes amines aromatiques.

On a vu dans l'introduction, que M. Wurtz (voir page 7 de ce mémoire) après avoir découvert les hydroxéthylènes amines proprement dites, par l'union de C_2H_4O avec NH_3 n'a pas pu arriver aux dérivés aromatiques correspondants. Il a obtenu des composés renfermant moins d'eau et moins d'hydrogène que ces derniers.

J'ai réussi à obtenir ces oxéthylènes amines aromatiques par l'union directe de C_2H_4O avec l'aniline et la toluidine. Je les décrirai toutes deux ainsi que quelques-uns de leurs dérivés, mais spécialement ceux de l'oxéthène toluidine, qui semblent être les plus intéressants.

1° OXÈTHÈNE ANILINE.

On place dans un matras, molécules égales, de C_2H_4O et de $C_6H_5NH_2$, puis l'on ferme le matras à la lampe. La combinaison n'a point lieu de suite; à la température ordinaire du laboratoire, elle est effectuée en 6-7 jours, mais à 50° elle se fait en quelques heures. Au bout de ce temps on constate que le liquide a acquis une visquosité beaucoup plus grande que celle qu'il possédait précédemment. En ouvrant le matras, il n'y a aucune pression, ce qui dit clairement que tout l'oxyde d'éthylène a été absorbé.

Le liquide est alors distillé. On obtient tout d'abord une certaine quantité d'aniline; puis le thermomètre monte assez rapidement jusqu'à 270° et il reste assez

longtemps stationnaire jusqu'à 285. Au delà de ce point, il atteint très-vite 360°, et si l'on distille sans thermomètre, on obtient encore une portion d'un liquide plus épais que le premier, mais ne cristallisant pas par refroidissement.

En fractionnant ce qui a distillé de 270 à 285°, j'ai fini par obtenir un liquide bouillant de 279 à 282° qui a donné à l'analyse les nombres suivants :

I subst. .1800 CO_2 .4625; H_2O .1370
II subst. .1810 CO_2 .4650; H_2O .1350
III subst. .1595 15^{cc} de N à 22° et 754^{mm} de p.

	Trouvé			Calculé pour $C_8H_{11}NO$
	I	II	III	
C_8	70.04	70.08		70.07
H_{11}	8.34	8.31		8.02
O				11.69
N			10.64	10.21
				99.99

Cette nouvelle base est plus visqueuse que l'aniline; elle est incolore lorsqu'elle est nouvellement distillée, mais à l'air et à la lumière elle devient peu à peu jaune, puis brune. Une solution de chlorure de chaux la colore en vert.

Elle est très-peu soluble dans l'eau, très-soluble dans l'alcool, l'éther et le chloroforme. Son poids spécifique à 0° est 0,110; son point d'ébullition est situé vers 280.

Elle s'unit aux acides avec dégagement de chaleur; la plupart de ces sels sont très-solubles dans l'eau et difficilement cristallisables.

Le chlorhydrate en solution concentrée, additionné d'une solution de $PtCl_4$ également concentrée et d'un peu d'alcool, donne par évaporation spontanée de beaux cristaux rouges-bruns qui n'ont pas été mesurés.

Leur combustion a fourni les nombres suivants :

I Subst. 150 CO_2 .1569 ; H_2O .0537
II Subst. 1485 Pt = .0437

Trouvé	Calculé pour $2(C_2H_4OC_6H_7NHCl)PtCl_4$
C 28.54	27.98
H 3.98	3.42
Pt 29.42	28.72

Ce sel est donc le chloroplatinate d'oxéthène aniline. Il se dissout sans décomposition à froid dans l'alcool absolu et il est insoluble dans l'éther.

Sous l'influence de l'eau, même à froid, il est rapidement décomposé et il y a formation immédiate d'un dépôt de platine avec une coloration verte très-prononcée.

Je n'ai pas étudié les produits qui bouillaient au-dessus de 285°, car leurs points d'ébullition paraissaient trop élevés et ils ne cristallisaient pas par refroidissement. Il est probable néanmoins que l'on trouverait parmi ces produits la seconde base dioxéthène aniline

$$\left.\begin{array}{l} C_2H_4OH \\ C_2H_4OH \\ C_6H_5 \end{array}\right\} N$$

2° OXÉTHÈNE TOLUIDINE.

Cette base homologue de la précédente se forme dans des circonstances toutes semblables. On met dans un matras molécules égales d'oxyde d'éthylène et de paratoluidine (197-200) et l'on ferme simplement le matras avec un bouchon de caoutchouc. L'oxyde d'éthylène dissout la toluidine, et en trois jours, à la température ordinaire du laboratoire, la combinaison est effectuée. La masse est très-visqueuse, mais n'est pas cristallisée, à moins qu'il n'y ait un excès de toluidine.

A la distillation, il passe d'abord une certaine quantité d'eau, lors même qu'on a employé des produits secs. Cette quantité d'eau, bien que devenue très-faible, se conserve pourtant pendant tout le cours de la distillation jusque vers 340°. Il y a donc nécessairement un produit qui par la chaleur perd de l'eau. Le thermomètre monte assez rapidement de 197 à 270° où il reste stationnaire jusqu'à 290; puis il monte de nouveau et s'arrête à 340; au delà de 360 et parfois même avant il passe un corps visqueux coloré en jaune, cristallisant par refroidissement. Le premier arrêt du thermomètre correspond au passage de la première base oxéthène toluidine, le second arrêt au passage de la seconde base dioxéthène toluidine; enfin, le composé cristallisé, bouillant vers 360°, est en majeure partie constitué par un corps auquel M. Wurtz est arrivé : produit de déshydratation de l'oxéthène toluidine. La portion bouillant de 270 à 290° est purifiée par de fréquentes distillations fractionnées, et avec beaucoup de peine je finis par obtenir un point d'ébullition constant qui est 286-288°.

Analyses.

I subst. .1257 CO_2 .3310; H_2O .1010
II subst. .1334 CO_2 .3488; H_2O .1075
III subst. .1792 à 17° et 758^{mm} p. 15^{cc} 16 N

	Trouvé			Calculé pour
	I	II	III	$C_7H_9NC_2H_4O$
C	71.83	71.32		71.52
H	8.91	8.95		8.61
N			9.68	9.27

Cette base est donc l'oxéthène toluidine $C_9H_{13}NO$.

Elle cristallise par refroidissement lorsqu'elle est très-pure; impure, sa cristallisation est moins facile et demande parfois plusieurs jours.

Ces cristaux constituent des houppes blanches, serrées, qui fondent à 37°. Récemment distillée, la base est incolore, mais à la lumière elle finit par se colorer en jaune, puis en brun, comme l'aniline. Elle bout à 286-288° sans décomposition; néanmoins, lorsqu'on la maintient longtemps en ébullition, une petite portion se décompose en donnant lieu à de l'eau et à un produit de déshydratation. Elle est fort soluble dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, le benzol, et même assez soluble dans l'eau.

C'est une base très-énergique: elle s'unit aux acides avec dégagement de beaucoup de chaleur, et les sels qui en résultent sont fort solubles dans l'eau pour la plupart.

Saturée d'acide HCl concentré et additionnée de $PtCl_4$ concentré, il se précipite une huile brune qui n'est point formée de platine réduit. Au bout de quelques jours de dessication sous la pompe, cette huile se prend entièrement en cristaux bruns-rouges, peu réguliers. Recristallisés de l'alcool chaud, ils se précipitent sous forme de poudre grise qui est le chloroplatinate à l'état de pureté. Pour l'obtenir plus rapidement on peut aussi dissoudre l'huile brune primitive dans de l'alcool bouillant, puis laisser refroidir.

Ces cristaux desséchés à 100° ont donné à l'analyse les chiffres suivants:

Subst. .3189 CO_2 .356; H_2O .1154
Subst. .5284 Pt .1462

Trouvé	Calculé pour $2(C_9H_{13}NOHCl)\ PtCl_4$
C 30.45	30.25
H 4.01	3.92
Pt 27.67	27.54

Ce sel constitue le *chloroplatinate d'oxéthène toluidine*. Il

est infiniment plus stable que le chloroplatinate d'oxéthène aniline. Il peut être bouilli dans l'alcool et dans l'eau sans éprouver de décomposition. Il est assez soluble dans l'eau et peu soluble dans l'alcool froid; l'alcool chaud le dissout et par refroidissement le rend sous forme d'une poudre gris-rose qui est le sel à l'état très-pur. Il est fort peu soluble dans l'éther et le benzol. Il fond à 147-148° en se décomposant. *Oxalate neutre d'oxéthène toluidine.*

Lorsqu'on ajoute à la base une solution concentrée d'acide oxalique dans l'eau (deux molécules de base pour une molécule d'acide) et qu'on évapore au bain-marie, par refroidissement il se forme de grandes houppes blanches que l'on peut recristalliser de l'alcool chaud et dessécher sous la pompe. Ainsi purifié ce corps fond à 121-122°.

Analyses.

I Subst. .2043 CO_2 .4609; H_2O .1303
II Subst. .1866 CO_2 .4183; H_2O .1222
III Subst. .2355 à 15° et à 762.7^{mm} p. 13^{cc} N

	Trouvé			Calculé pour
	I	II	III	$C_3H_2O_4 2(C_9H_{13}NO)$
C	61.55	61.24		61.22
H	7.08	7.27		7.14
N			7.55	7.14

Ce sel est l'oxalate neutre d'oxéthène toluidine résultant de l'addition d'un molécule d'acide oxalique et de deux molécules de base.

Ce sel est fort soluble dans l'eau et moins dans l'alcool, surtout froid : il s'éloigne donc beaucoup de l'oxalate de toluidine dont l'insolubilité dans l'eau est si remarquable.

Lorsqu'on maintient longtemps l'oxalate d'oxéthène toluidine à sa température de fusion, il subit une décom-

position. Il est même plus prudent de le dessécher sur H_2SO_4 et non pas à 100°.

Cette décomposition est rapide lorsque le sel est porté à une température de 140°. Dans ces circonstances, il se dégage de l'eau, de l'acide CO_2 et de l'oxyde de carbone : la masse devient brune et par refroidissement ne cristallise plus.

Cette masse a été distillée après que le dégagement gazeux de CO_2 et CO eut cessé. Il a passé d'abord une certaine quantité d'eau, puis un liquide bouillant de 280 à 290°, puis enfin, une portion distillant vers 340° et cristallisant par refroidissement. La portion bouillant à 280-290° a fini par donner après plusieurs distillations le point constant 286-288°, qui est celui de la base oxéthène toluidine : saturée d'acide oxalique et recristallisée, cette portion a fourni un oxalate fondant à 121-122°. La base oxéthène toluidine est donc partiellement régénérée par la distillation de son oxalate.

Quant à la portion bouillant vers 340° et cristallisant par refroidissement, je l'ai cristallisée dans l'alcool chaud et il s'est séparé deux corps : l'un très-soluble dans l'alcool, mais très-peu abondant, ce qui ne m'a pas permis de l'étudier ; l'autre fort peu soluble dans l'alcool même chaud, mais passablement dans le benzol. Après plusieurs cristallisations fractionnées, il fondait à 189-190°.

Ce composé est identique avec un produit de déshydratation de la première base oxéthène toluidine, lequel produit sera étudié plus loin. Aussi n'en parlerai-je pas plus longtemps ici.

La décomposition par la chaleur de l'oxalate neutre d'oxéthène toluidine donne donc d'abord de l'eau, de l'acide carbonique, de l'oxyde de carbone, puis une por-

tion de la base primitive, puis enfin, un produit de déshydratation de cette base.

Sulfate d'oxéthène toluidine.

La base additionnée d'acide sulfurique dilué et en excès laisse déposer au bout de plusieurs jours des prismes incolores transparents et pouvant atteindre une certaine grosseur. Recristallisés dans l'eau ils fondaient à 110-111° et ont donné par la combustion les nombres suivants :

Subst. .207° CO_2 .3244; H_2O .1041

	Trouvé	Calculé pour $C_9H_{13}NOH_2SO_4$
C	42.74	43.37
H	7.03	6.02

Ces chiffres répondent à la formule du sulfate acide d'oxéthène toluidine. Ce sel est fort soluble dans l'eau et moins dans l'alcool. Il a une réaction très-acide.

L'étude des divers sels de cette base montre donc clairement qu'elle est bien $C_9H_{13}NO$ et qu'elle résulte de l'addition d'une molécule de C_2H_4O à une molécule de C_7H_9N.

Action du iodure de méthyle sur l'oxéthène toluidine.

Dans le but de m'assurer que l'oxéthène toluidine dérive du glycol par la substitution du radical monoatomique $C_6H_4CH_3NH$ au groupe (OH) et que, par conséquent, le produit de cette substitution est une base secondaire, j'ai fait agir CH_3J sur l'oxéthène toluidine.

On met dans un tube molécules égales de CH_3J et de $C_9H_{13}NO$, puis l'on scelle. Les liquides se mêlent très-bien tout d'abord sans s'échauffer; mais au bout d'un temps assez court la réaction commence, une forte cha-

leur se dégage, et l'excès de CH_3J (s'il y en a un), se sépare du reste de la masse. J'ai chauffé ce tube pendant 6 heures à 50-75° au bain-marie. Après refroidissement, la masse était devenue tellement visqueuse qu'on ne pouvait la faire couler: néanmoins elle n'était pas cristallisée. Je chassai l'excès de CH_3J par la chaleur à 100°, puis je repris par KOH en solution assez concentrée et chauffai légèrement. Il se sépara alors abondamment une huile colorée en brun que je lavai longtemps à l'eau, que je séchai, puis enfin, distillai.

Je n'ai pas pu fixer le point d'ébullition de cette nouvelle base, mais il doit être situé entre 290 et 300°. Ce liquide a une odeur très-agréable rappelant celle de l'iodure de méthyle, mais son goût est d'une extrême amertume. Elle paraît plus fluide que la base précédente, mais n'a pas cristallisé, même à une température fort basse. Elle est fort peu soluble dans l'eau et passablement dans l'alcool et l'éther.

Elle s'unit aux acides en dégageant de la chaleur, mais ses sels paraissent encore plus solubles que ceux de l'oxéthène toluidine.

Saturée d'acide HCl et additionnée de $PtCl_4$, il se précipite une huile noire qui, au bout de quelques jours, abandonne des cristaux rouges-bruns, groupés en houppes: une cristallisation de l'eau les donne purs: ils sont rouges-jaunes, très-déliés.

Ils ont fourni à l'analyse les chiffres suivants:

I Subst. .1650 CO_2 .1960; H_2O .0642
II Subst. .2310 CO_2 .2750; H_2O .0930
III Subst. .172 Pt .0460

	Trouvé			Calculé pour $2\left(\begin{matrix}CH_2OH\\CH_2N(CH_3)C_7H_7\\H\ Cl\end{matrix}\right)PtCl_4$
	I	II	III	
C_{20}	32.41	32.42		32.34
H_{32}	4.32	4.46		4.31
N_2				3.77
O_2				4.31
Cl_6				28.70
Pt			26.74	26.55
				99.98

Ce sel est donc le *chloroplatinate de méthyle oxéthène toluidine*, et la base d'où il dérive n'est autre chose que la méthyle oxéthène toluidine $\begin{matrix}CH_2OH\\CH_2N(CH_3)C_7H_7\end{matrix}$

Ce chloroplatinate est beaucoup plus soluble dans l'alcool que le chloroplatinate de l'oxéthène toluidine, et cette grande différence de solubilité permet de les séparer lorsqu'ils se trouvent ensemble.

Action du iodure de méthyle sur la méthyle oxéthène toluidine.

Si la base précédente dérive d'une base secondaire par la substitution de CH_3 au dernier hydrogène remplaçable elle doit être base tertiaire, et si elle est base tertiaire elle additionnera CH_3J pour former un ammonium quaternaire.

Prouver que la méthyloxéthène toluidine donne par addition de CH_3J le iodure de diméthyle-tollyle-oxéthène ammonium, c'est donc prouver que l'oxéthène toluidine renfermait encore un hydrogène remplaçable par des radicaux alcooliques. On ferme dans un tube un mélange

équimoléculaire de CH_3J et de $C_{10}H_{15}NO$. La réaction est très-faible à froid et il faut chauffer à 100° pour l'achever. Au bout de 12 heures on laisse refroidir le tube et on l'ouvre. La visquosité est aussi forte que dans le cas précédent, sans que pourtant la masse soit cristallisée.

L'excès de CH_3J est chassé au bain-marie, et la masse est reprise par la potasse concentrée. Il se sépare comme dans le cas précédent une huile, mais cette dernière est en entier soluble dans l'eau. Cette solution est saturée d'acide CO_2 afin de neutraliser la potasse, puis évaporée à sec et reprise par l'alcool. Cette solution alcoolique laisse par évaporation une huile renfermant beaucoup d'iode, non distillable sans altération, très-soluble dans l'eau, l'alcool, et insoluble dans l'éther. Quelque peine que j'aie prise pour cristalliser ce corps, je n'ai pu y parvenir, et j'ai dû étudier ses dérivés.

Traité par l'*oxyde d'argent humide*, ce iodure subit une décomposition rapide. Il y a formation de iodure d'argent; on ajoute alors un peu d'eau, on chauffe légèrement puis l'on filtre; la solution filtrée renferme une base énergique, ayant attiré déjà CO_2 de l'air et faisant effervescence avec les acides.

Cette base a un goût très-alcalin, elle s'unit aux acides avec la plus grande facilité.

Chloroplatinate de diméthyle-tolyle-oxéthylène ammonium.

Saturée d'acide HCl et de $PtCl_4$ la base en question fournit un précipité : on le redissout dans l'alcool bouillant et on refroidit lentement. Il se dépose alors des mamelons rubis, d'un chloroplatinate fort beau que l'on recristallise dans l'alcool. Desséchés à 100° et brûlés, ces cristaux ont donné à l'analyse les nombres suivants :

Subst. .2738 CO_2 .342; H_2O .1219
Subst. .4868 Platine .1262

Trouvé		Calculé pour $2\left(\begin{matrix}CH_2OH\\CH_2N\,(CH_3)\,C_7H_7Cl\\CH_3\end{matrix}\right)PtCl_4$
C_{22}	34.06	34.28
H_{36}	4.94	4.67
O_2		4.15
N_2		3.63
Pt	25.92	25.58
Cl_6		27.66
		99.97

Le chloroplatinate de diméthyle-tollyle-oxéthylène ammonium se présente sous forme de mamelons rouges, rubis, d'un éclat très-brillant. Il est fort soluble dans l'eau et dans l'alcool à chaud.

Chloraurate de diméthyle-tollyle-oxéthylène ammonium.

Le chlorure d'or additionné au chlorure de la base quaternaire précipite une huile que l'on isole et qu'on dissout dans un peu d'alcool chaud : par refroidissement, il cristallise de belles houppes soyeuses, jaune d'or, très-fragiles.

Desséchées à 100°, ces houppes ont donné à la combustion le nombre suivant d'or :

Subst. .4212 Au .1628

Trouvé		Calculé pour $\left.\begin{matrix}C_2H_4OH\\C_7H_7\\2(CH_3)\end{matrix}\right\}NClAuCl_2$
Au	38.65	37.95

Ce chloraurate est peu soluble dans l'eau et passablement dans l'alcool.

Ces faits prouvent donc que l'oxéthène toluidine est une base secondaire, possédant encore un hydrogène remplaçable par des radicaux d'alcools pour donner ainsi naissance à une base tertiaire : cette base tertiaire additionne CH_3J et forme avec ce iodure un iodure quaternaire.

3° DIOXÉTHÈNE TOLUIDINE.

Lors de la distillation de la première base oxéthène toluidine, et après que cette base eut distillé, j'ai recueilli, entre 340-350°, un liquide extrêmement visqueux, que j'ai essayé de purifier par distillation. J'ai fait environ 15 distillations sur 2 à 3 grammes de substances, et finalement j'ai obtenu un point d'ébullition situé vers 338-340°.

Cette matière a donné à l'analyse les nombres suivants :

Subst. .1857 CO_2 .4680 ; H_2O .1453

Trouvé		Calculé pour $C_2H_4\,OH$, $C_2H_4\,OH$, C_7H_7 } N
C_{11}	68.74	67.69
H_{17}	8.69	8.71
O_2		16.41
N		7.17
		99.98

Ce corps n'est point encore pur ; néanmoins les nombres qui précèdent conduisent à la formule $C_{11}H_{17}NO_2$ qui représente deux molécules d'oxyde d'éthylène pour une molécule de toluidine.

Cette base se présente sous la forme d'un sirop tellement épais qu'on peut renverser le vase qui la renferme sans qu'elle coule. Elle brunit assez rapidement à l'air.

Elle est moins soluble dans l'alcool que l'oxéthène toluidine. Je n'ai pas pu l'obtenir cristallisée. Elle est très-soluble dans l'éther.

Elle se dissout dans les acides avec dégagement de chaleur. Les sels qu'elle forme paraissent tous fort solubles dans l'eau.

Chloroplatinate de dioxéthène toluidine.

Le chlorhydrate de cette base additionné de $PtCl_4$ fournit un précipité de paillettes ocres brillantes, peu solubles dans l'alcool, qu'une seconde cristallisation donne pur :

Analyses.

I Subst. .2316 CO_2 .2760; H_2O .0919
II Subst. .2829 CO_2 .3418; H_2O .1238
III Subst. .4606 Platine .1134

	Trouvé			Calculé pour $2(C_{11}H_{17}NO_2\ HCl)\ PtCl_4$
	I	II	III	
C_{22}	32.51	32.96		32.91
H_{36}	4.41	4.75		4.48
N_2				
O_2				
Cl_6				
Pt			24.62	24.60

Ce chloroplatinate de dioxéthène toluidine se distingue aisément de celui d'oxéthène toluidine, en ce qu'il est beaucoup plus soluble dans l'alcool froid.

Tandis que le premier se précipite de l'alcool chaud sous forme d'un précipité gris-rose amorphe, le second cristallise en paillettes ocres, dans les mêmes circonstances. Ces paillettes fondent à 147-148° en se décomposant.

4° PRODUIT DE DESHYDRATATION DE L'OXÉTHÈNE TOLUIDINE.

J'ai dit plus haut que lors de la distillation de la première base, après que le thermomètre eut dépassé 340°, il passait un corps cristallisant par refroidissement. Il fondait à 172-180°. Soumis à la cristallisation fractionnée par l'alcool, ce composé a donné deux produits, dont l'un très-peu soluble dans l'alcool fondait à 189-190°, et l'autre beaucoup plus soluble à 155-160°. N'ayant obtenu que de petites quantités de ce dernier, je n'ai pas encore pu l'étudier ; néanmoins, j'ai constaté qu'il a un caractère basique très-prononcé : il se dissout aisément dans HCl à chaud, et par refroidissement il abandonne de fines aiguilles incolores ou légèrement colorées en brun dont la solution aqueuse précipite par le $Pt\,Cl_4$.

Quant au premier, remarquablement insoluble dans l'alcool, et fondant à 189-190°, je l'ai recristallisé du benzol et analysé après l'avoir séché à 100°.

Subst. .1465 CO_2 .4360; H_2O .1040
Subst. .1390 CO_2 .4120; H_2O .1040
Subst. .1652 à 761^{mm} p. 13° T. 15.75^{cc} N

	Trouvé			Calculé pour $C_9H_{11}N$
	I	II	III	
C	81.17	80.89		81.21
H	7.87	8.31		8.26
N			11.29	10.52
				99.98

Ces analyses conduisent à la formule $C_9H_{11}N$ différant de l'oxéthène toluidine par H_2O en moins.

Ce même corps prend naissance, ainsi que je l'ai montré plus haut, lors de la distillation de l'oxalate neutre d'oxéthène toluidine.

M. Wurtz, dans un mémoire publié en 1869 (voir l'introduction à ce travail page 7), a fait réagir la chlorhydrine du glycol sur la toluidine à une température assez élevée, et a obtenu en reprenant par l'éther un composé cristallin fondant à 189-191° et dont les analyses ont conduit à la formule $C_9H_{11}N$.

Ce composé est identique en tous points à celui par moi obtenu. M. Wurtz nomme ce corps vinyltoluidine en lui attribuant la formule suivante :

$$\begin{matrix} C_7H_7 \\ C_2H_3 \\ H \end{matrix}\Big\}N$$

et en faisant ainsi une base secondaire avec le radical vinyle C_2H_3'. Je n'ai pu admettre cette formule, parce qu'il ressort des faits qui suivront que cette base est tertiaire.

Je rappelle ici que lors de la purification par distillation de l'oxéthène toluidine il se forme constamment une petite quantité d'eau accompagnée d'une petite quantité du corps supérieur fondant à 189-190°.

Voulant m'assurer que ce dernier dérive bien par déshydratation de l'oxéthène toluidine, j'ai chauffé cette base avec un réfrigérant ascendant et à l'ébullition pendant 2 à 3 heures, puis je l'ai distillée.

Il a passé d'abord passablement d'eau, puis la base non altérée, puis finalement le corps en question fondant à 189-190°.

Si nous considérons l'oxéthène toluidine comme une combinaison dans laquelle un hydrogène de la toluidine est remplacé par le groupe monoatomique $\left(\begin{matrix} CH_2OH \\ CH_2 \end{matrix}\right)'$ nous arrivons à la formule $\begin{matrix} CH_2OH \\ CH_2NHC_7H_7 \end{matrix}$, base secondaire.

Si maintenant nous enlevons H_2O de cette base, on peut faire plusieurs suppositions sur la place où les hydrogènes seront pris.

Tout d'abord OH s'en va, cela est certain, puisqu'il n'y a qu'un oxygène, et que cet oxygène est lié à un hydrogène, il l'entraîne nécessairement avec lui; dès lors le groupe $\begin{matrix} CH_2OH \\ CH_2 \end{matrix}$ est détruit et devient $\begin{matrix} CH_2 \\ \| \\ CH_2 \end{matrix}$ éthylène et diatomique. L'oxhydryle ayant encore besoin d'un hydrogène pour donner de l'eau, ira-t-il le prendre à $\begin{matrix} CH_2 \\ \| \\ CH_2 \end{matrix}$ ou au groupe NHC_7H_7?

Il est infiniment probable qu'il le prendra à ce dernier et l'azote ayant alors une atomicité de libre, l'échangera contre celle devenue libre du carbone lié précédemment à l'oxhydryle. Dès lors on aura le groupement :

$$C_7\,H_7\,N\left\langle\begin{matrix} CH_2 \\ | \\ CH_2 \end{matrix}\right.$$

Si, au contraire, nous supposons que cet H soit pris au groupe $\begin{matrix} CH_2 \\ \| \\ CH_2 \end{matrix}$, nous arrivons à la formule constitutionnelle suivante :

$$C_7\,H_7—N<\begin{matrix} H \\ C_2\,H_3 \end{matrix}$$

Autrement dit, ce corps est la tollyle-éthylène amine ou il est la vinyltoluidine; c'est ou bien une base tertiaire ou bien une base secondaire.

En outre, ce peut être aussi une base diamine ou triamine, lesquelles peuvent répondre aussi à la formule brute $C_9H_{11}N$.

Pour résoudre cette question, j'ai fait réagir un excès de iodure de méthyle sur ce composé et j'ai chauffé deux jours à 100°.

La masse ne s'échauffe que faiblement par le contact du iodure et ne s'y dissout pas. On chasse l'excès de CH_3J par la chaleur; ce qui reste est coloré en brun. Je reprends par l'alcool chaud et abandonne cette solution à l'évaporation spontanée. Au bout de deux à trois jours il se dépose de splendides cristaux rouges-noirs, d'un reflet métallique très-remarquable et groupés en mamelons. Ces cristaux sont tout à fait noirs par la lumière réfléchie, et ils sont rouges par la lumière transmise; réduits en poudre ils deviennent, chose curieuse, presque incolores, légèrement gris-roses.

Ce corps jouit probablement de propriétés optiques fort intéressantes.

Les dosages de C et d'H qu'il a fournis à l'analyse n'ont point conduits à la formule

$$C_9H_{10}NCH_3\,JH \text{ ou } C_9H_{11}NCH_3J$$

c'est-à-dire au iodhydrate de méthyle vinyltoluidine ou au iodure de méthyle-tollyle-éthylène ammonium, mais ces dosages ont conduit à la formule beaucoup plus complexe :

$$\left.\begin{matrix} 2\,C_7H_7 \\ 2\,C_2H_4 \\ CH_3 \end{matrix}\right\} N_2J$$

représentant la ditollyle-diéthylène diamine ayant fixé CH_3 J.

Analyse.

Subst. .1741 CO_2 .360; H_2O .1009

	Trouvé	Calculé pour $C_{19}H_{25}N_2J$
C	56.22	56.41
H	6.93	6.43

A la vérité, je n'ai pas obtenu de dosage satisfaisant d'iode, ne possédant que peu de matière et ayant eu un accident dans le dosage de cet élément; néanmoins les dosages de C et d'H conduisent, me semble-t-il, avec assez de vraisemblance, à considérer ce corps comme un iodure quaternaire dérivé d'un diamine tertiaire. Cet iodure n'est pas attaqué par les alcalis, mais sous l'influence de AG_2O humide il se décompose en donnant une base énergique et de l'iodure d'argent.

Donc, la vinyltoluidine de M. Wurtz, identique avec le corps par moi obtenu, fondant à 189-190°, ne serait point une base secondaire ni une monamine et, par conséquent, ne serait point la vinyltoluidine, mais bien une diamine tertiaire : la ditollyle d'éthylène diamine

$$\left.\begin{matrix} 2\ C_7H_7 \\ 2\ C_2H_4 \end{matrix}\right\} N_2$$

En supposant deux molécules d'oxéthène toluidine se soudant ensemble avec élimination de $2H_2O$ l'on aura les deux formules suivantes :

$$\begin{matrix} CH_2NHC_7H_7 \\ | \\ CH_2OH \\ \\ CH_2OH \\ | \\ CH_2NHC_7H_7 \end{matrix} \quad -(H_2O)2= \quad \begin{matrix} & & C_7H_7 & & \\ & & | & & \\ & CH_2 & -N- & CH_2 & \\ & | & & | & \\ & CH_2 & -N- & CH_2 & \\ & & | & & \\ & & C_7H_7 & & \end{matrix}$$

à moins d'admettre que ce soit par les N que la liaison ait lieu :

$$\begin{matrix} N < \begin{matrix} C_7H_7 \\ C_2H_4 \end{matrix} \\ | \\ N < \begin{matrix} C_2H_4 \\ C_7H_7 \end{matrix} \end{matrix}$$

ce qui me paraît peu probable.

Je rappelle ici que M. W. Hofmann[1], en faisant réagir le bromure d'éthylène sur l'aniline, a obtenu un composé de la formule C_8H_9N qui, traité par le CH_3J a donné $\begin{matrix} C_8H_9N \\ C_8H_9N \end{matrix} CH_3J$ homologue inférieur du iodure par moi obtenu.

Ces faits donnent encore plus de vraisemblance à l'existence de la ditollyle diéthylène diamine.

CONCLUSIONS.

Il ressort de ce travail que lorsqu'une amine primaire se trouve en présence de l'oxyde d'éthylène, ce n'est pas une combinaison moléculaire qui se produit, mais c'est un véritable produit de substitution du glycol. La toluidine, par exemple, avec C_2H_4O donne naissance à

$$\begin{matrix} CH_2OH \\ CH_2NHC_7H_7 \end{matrix}$$

dans lequel (OH) du glycol se trouve remplacé par le radical monatomique $C_6H_4\begin{matrix} CH_3 \\ NH \end{matrix}$.

La base secondaire qui prend ainsi naissance possède donc encore un hydrogène remplaçable par des radicaux alcooliques, et le produit de cette substitution sera une base tertiaire; cette dernière est encore susceptible d'additionner des iodures alcooliques pour former des iodures quaternaires indécomposables par les alcalis.

En outre le produit de déshydratation de ces bases secondaires (au moins pour ce qui concerne l'oxéthène toluidine) n'est point une monamine, ni une amine secondaire, mais bien une diamine tertiaire.

[1] *Ann. de chim. et phys.* (3) LIV, 206.

RECHERCHES

SUR LA

DIFFUSION QUI SE PRODUIT ENTRE L'AIR SEC ET L'AIR HUMIDE

A

TRAVERS UNE PAROI DE TERRE POREUSE

PAR

M. L. DUFOUR
Professeur de physique à l'Académie de Lausanne.

(Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles, n° 72, 1874)
(Extrait par l'auteur.)

Les questions traitées dans ce mémoire se rattachent à celles qui ont fait l'objet d'une publication récente (*Sur une variation de température qui accompagne la diffusion des gaz*) et dont il a été rendu compte dans un des précédents numéros des *Archives*[1]. Les expériences assez variées qui y sont décrites montrent que si une paroi de terre poreuse sépare deux masses d'air dans des états hygrométriques différents, il se produit un phénomène semblable à celui qui résulte de la présence de deux gaz différents. Il y a une diffusion dans laquelle *le courant le plus abondant va de l'air plus sec vers l'air plus humide.*

Les parois poreuses qui ont servi dans toutes les expériences sont celles des vases cylindriques de terre cuite qui sont employés dans les piles à deux liquides. Différents vases ont été utilisés. Leurs dimensions, à peu près les mêmes, sont 220^{mm} de longueur intérieure et 40^{mm} de diamètre. L'épaisseur de la paroi est de $3^{mm},6$ à 4^{mm}.

---

[1] *Archives*, nouvelle période, t. XLIX, p. 103, février 1874.

Une première série d'expériences a été exécutée avec une portion de l'appareil décrit dans le mémoire *Sur une variation de température*, etc. (voir *Archives*, février 1874, page 104). A l'aide de cet appareil, il était facile de faire arriver au contact de la face intérieure ou de la face extérieure d'un vase poreux de l'air desséché ou saturé.

Voici deux expériences faites dans ces conditions :

1. Des courants d'air desséché ont longuement circulé à l'intérieur et à l'extérieur d'un vase poreux. A un moment donné, on a supprimé le courant intérieur puis mis le vase en communication avec un manomètre à eau. En même temps, le courant extérieur a été chargé de vapeur d'eau. Le manomètre a accusé une diminution de pression de 10 à 12^{mm}. La pression est redevenue normale lorsque le courant extérieur a été de nouveau desséché.

2. Des courants d'air saturé ont longuement circulé comme les précédents. A un moment donné, le courant intérieur a été interrompu, le vase poreux relié au manomètre et le courant extérieur a été desséché. Il y a eu un accroissement de pression d'environ 20^{mm}.

Ces expériences ont été répétées avec divers vases poreux et en variant un peu le mode d'opération. Elles ont toujours fourni des résultats indiquant un courant plus abondant du gaz sec au gaz humide. — Les conditions de température étaient suivies d'une manière continue à l'extérieur et à l'intérieur du vase poreux. La marche du thermomètre a été conforme aux lois de la variation de la température lors de la diffusion gazeuse, c'est-à-dire qu'il y a eu réchauffement du côté où entre, dans la paroi poreuse le courant le plus abondant et refroidissement du côté opposé. La température a donc varié dans

un sens précisément contraire à celui qui aurait dû s'observer si les changements de la pression avaient été produits par une variation de la température.

Deux vases cylindriques de verre, dont il sera plusieurs fois question dans la suite, ont été préparés d'une façon telle que l'un renfermait de l'air très-humide et l'autre de l'air sec. Le premier a été revêtu, sur sa face interne, de deux feuilles de papier brouillard plongeant dans une couche d'eau de 8 à 10^{mm} qui recouvrait le fond. Le second a reçu une couche de quelques millimètres d'acide sulfurique concentré. L'un et l'autre étaient soigneusement fermés par un couvercle jusqu'au moment où ils devaient servir à une expérience. Je les nommerai, pour abréger, *cylindre humide* et *cylindre sec*. Dans le dernier, l'acide sulfurique était fréquemment renouvelé.

Je citerai quelques expériences très-faciles à réaliser à l'aide de ces deux cylindres et d'un vase poreux.

Un vase poreux qui avait été plusieurs jours exposé à l'air libre, dans une atmosphère de 12 à 15°, a été fermé par un bouchon de caoutchouc pourvu d'un tube, puis mis en communication avec un manomètre à eau. Un robinet à trois voies, placé sur le trajet du tube, permettait de laisser les pressions intérieure et extérieure se mettre en équilibre quand on le jugeait convenable. Ce vase poreux fut d'abord introduit dans le cylindre humide, suspendu de telle façon qu'il ne fût en contact ni avec le fond ni avec les parois. Le manomètre accusa bientôt une diminution de pression qui atteignit 8^{mm} et qui diminua peu à peu, lentement, à mesure que l'intérieur du vase s'enrichissait de vapeur d'eau. Le vase po-

reux fut ensuite placé dans le cylindre sec. La pression atteignit $11^{mm},5$ au-dessus de la pression extérieure.

Pendant que se produisaient ces différences de pression, un thermomètre qui plongeait dans le vase poreux indiqua un réchauffement de quelques dixièmes de degré lors de la première phase de l'expérience et un refroidissement correspondant lors de la seconde phase. Encore ici, la variation de température est conforme à la loi connue lors d'une diffusion; mais elle est inverse de ce qui devrait être si le changement de température était la cause des changements de pression.

Un petit godet de verre à moitié rempli d'eau a été introduit dans un vase poreux. Un paquet de mousseline, formant mèche, a été installé d'une manière telle qu'il trempait dans l'eau du godet et s'élevait un peu au-dessus. Le poreux ainsi préparé a été fermé, relié au manomètre et abandonné à l'air libre. Il s'est produit bientôt un accroissement de pression dû à la différence entre l'état hygrométrique de l'air ambiant et de l'air intérieur très-humide. Le poreux étant placé dans le cylindre humide, la différence de pression a diminué et est devenue nulle : le cylindre humide étant remplacé par le cylindre sec, la différence de pression est devenue beaucoup plus considérable; elle a atteint près de 20^{mm} lors d'une température de 23°.

Cette expérience si simple a été répétée un très-grand nombre de fois avec divers vases poreux et par diverses températures ambiantes. Elle a toujours donné des résultats semblables à ceux qui viennent d'être indiqués; mais la différence de pression qui se manifeste dépend de la température et de l'état hygrométrique de l'air ambiant.

Un autre godet de verre, à demi rempli d'acide sulfurique, a été placé comme le précédent dans un cylindre poreux dont il desséchait l'air. Ce cylindre, laissé à l'air libre ou placé soit dans le cylindre sec, soit dans le cylindre humide, a donné lieu à des faits absolument analogues, mais inverses de ceux qui viennent d'être décrits. Il y avait diminution de pression à l'air libre et surtout dans le cylindre humide, et variation nulle ou très-faible dans le cylindre sec.

Les températures du vase poreux, dans les deux dernières expériences, donnent lieu aux mêmes remarques que celles qui ont été déjà présentées plus haut.

Dans les expériences qui viennent d'être brièvement décrites, les résultats paraissent bien dus à une diffusion à travers la paroi poreuse. Il n'est cependant pas inutile d'indiquer quelques faits et quelques considérations à l'appui de cette interprétation du phénomène.

1. Lorsqu'on chauffe ou qu'on refroidit un vase poreux, on trouve que la tension du gaz contenu dans son intérieur change assez fortement et assez rapidement pour que le manomètre varie *avant* que le thermomètre ait commencé à signaler le réchauffement ou le refroidissement. La marche du thermomètre est alors d'accord avec celle du manomètre, c'est-à-dire qu'il y a un accroissement de pression lors d'un réchauffement et inversement.

Or, dans les expériences précédentes, le thermomètre, on l'a vu, variait toujours en sens opposé de ce qui aurait dû être si les indications du manomètre avaient été le résultat d'un changement de température.

2. Lorsque, dans le vase poreux, la pression change par suite d'une variation de température, qu'elle augmente, par exemple, sous l'influence d'un réchauffement,

l'équilibre tend à se rétablir à cause de la porosité des parois. Si, après que le gaz a subi sa dilatation, on établit un instant (par le robinet à trois voies) la communication avec l'air extérieur, l'excès de pression disparaît. Si le réchauffement ne continue pas à augmenter, la différence de pression ne se reproduit pas. Il en est tout autrement lorsqu'une diffusion intervient dans les conditions des expériences décrites plus haut. Lorsqu'on plonge, par exemple, le vase poreux rempli d'air très-humide dans le cylindre sec, il se produit en quelques secondes un accroissement de pression de plusieurs millimètres. Le manomètre atteint un certain maximum et s'y maintient assez longtemps. Si l'on établit la communication avec l'air extérieur, les pressions intérieure et extérieure s'équilibrent; mais dès que la communication avec l'intérieur est supprimée, la différence de pression reparaît. On peut ainsi un grand nombre de fois, à de courts intervalles, rétablir la communication avec l'air ambiant et laisser par conséquent sortir du vase poreux un peu d'air;... on voit chaque fois la différence de pression se renouveler, toujours dans le même sens et toujours sensiblement de la même grandeur dès que la communication avec l'extérieur est supprimée.

3. On pourrait supposer peut-être que le changement de pression est dû à quelque modification dans la dimension du vase poreux, laquelle se réduirait un peu lorsque l'air sec est en contact avec la face extérieure et au contraire s'accroîtrait dans le cas d'un air plus humide. Cette supposition est évidemment écartée par les détails indiqués ci-dessus 2; elle l'est aussi d'une façon très-évidente par des faits qui seront exposés plus loin.

4. Pour m'assurer que les phénomènes dont il s'agit

ici sont bien dépendants de la porosité des parois du vase, j'ai verni des vases poreux qui avaient nettement fourni des résultats pareils à ceux qui sont décrits plus haut (vernis à l'extérieur ou à l'intérieur du vase). Après cette opération, il n'y a plus eu de traces d'une influence de l'air sec ou humide pour provoquer un changement de pression de l'air contenu dans ces vases. En revanche, les cylindres poreux vernis, ainsi que des éprouvettes ou des ballons de verre, accusaient très-nettement et dans le sens voulu les variations de la température ; c'étaient de véritables thermomètres à air.

5. La paroi poreuse n'est pas traversée seulement dans le sens de l'air plus sec à l'air plus humide, elle l'est aussi et en même temps en sens opposé. De nombreux faits prouvent que la vapeur d'eau traverse une semblable paroi. — Si l'on place dans un vase poreux bien fermé un corps mouillé et qu'on abandonne le vase à l'air libre, le corps mouillé est parfaitement sec au bout de quelques jours. Si le vase poreux est installé dans un cylindre sec et y est maintenu, cette dessiccation est plus rapide. Si un godet à demi rempli d'acide sulfurique est placé dans un vase poreux, puis que ce dernier, parfaitement clos, soit installé dans un cylindre humide, on trouve, au bout de peu de temps déjà, que l'acide sulfurique a augmenté de poids et s'est étendu d'eau en absorbant de la vapeur aqueuse.

Voici deux expériences dans lesquelles le réchauffement d'un vase poreux, au milieu d'une atmosphère humide, détermine une diminution de la pression intérieure.

1. Un vase poreux est suspendu dans un cylindre de métal dont les parois sont revêtues d'une double feuille de papier brouillard mouillée et qui possède une couche d'eau sur le fond. Si l'on chauffe très-faiblement le cylindre métallique, on peut voir le manomètre accuser une *diminution* de pression, quoique le thermomètre qui plonge dans l'intérieur du vase poreux indique une élévation de température. Si le réchauffement est trop rapide, la dilatation de l'air contenu dans le vase l'emporte sur l'effet de la diffusion sortante et l'on observe alors une hausse du manomètre.

2. Le même cylindre de métal, mais à parois sèches, renferme le vase poreux suspendu dans son intérieur. Outre le thermomètre H, de ce vase, un autre thermomètre H′, plonge dans l'espace annulaire entre le poreux et les parois métalliques. On chauffe d'abord très-faiblement le cylindre de métal; H et H′ s'élèvent en même temps que le manomètre accuse un accroissement de pression. Dans une expérience, H et H′, partis de 7°,60, avaient atteint 32°,10 et 34°,0. On versa alors, par l'intermédiaire d'un tube qui aboutissait au fond du cylindre de métal, environ 30 grammes d'eau à 90°. Il devait donc se développer rapidement de la vapeur aqueuse autour du vase poreux. Les thermomètres montèrent au delà de 35° et, pendant ce temps, la pression *diminua* jusqu'à atteindre 18^{mm} au-dessous de la pression ambiante.

Ces dernières expériences et quelques autres analogues qui sont décrites dans le mémoire, ont été répétées avec divers vases poreux et dans diverses conditions de température. Elles ont toujours fourni des résultats qui indiquent une diffusion plus abondante dans le sens de l'air plus sec à l'air plus humide. En employant des vases

poreux vernis, les résultats ont toujours été ce que l'on peut attendre en pareil cas, c'est-à-dire que la pression a paru dépendre seulement de la variation de température, que l'air entourant ces vases fût sec ou humide.

Dans les expériences indiquées jusqu'ici, la différence des deux courants qui traversent la paroi poreuse se manifeste par une variation de pression. On peut admettre que la différence de pression qui se produit diminue celui des deux courants qui est le plus abondant et accroît au contraire l'autre. Il s'établit bientôt un état stationnaire correspondant à une différence Δp des pressions pour laquelle les deux courants ont, à chaque instant, une intensité égale. C'est cette quantité Δp qui est la variation maximum fournie par le manomètre, et qui est sensiblement fixe tant que la différence des conditions hygrométriques se maintient la même des deux côtés de la paroi poreuse.

Mais il est facile de constater directement et même de mesurer la différence des volumes gazeux qui passent à travers la cloison poreuse dans certaines conditions déterminées. Cette constatation et ces mesures sont décrites dans les expériences 9me et 10me du mémoire. J'indiquerai ici brièvement les dispositions employées.

1. Un vase poreux, pourvu du petit godet renfermant de l'acide sulfurique, est fermé par son bouchon puis relié à un long tube horizontal dans lequel peut se mouvoir un index liquide. Si ce vase est abandonné à l'air libre, plus ou moins riche en vapeur d'eau, il y a un excès de diffusion sortante et l'index se déplace en avançant du côté du vase. — Si le vase poreux est installé dans le cy-

lindre humide, le déplacement de l'index devient immédiatement plus rapide.

En plaçant dans le vase poreux le godet à demi rempli d'eau avec mèche de mousseline, on obtient des résultats analogues, mais inverses, lorsque le vase est abandonné à l'air libre ou placé dans le cylindre sec.

2. Un vase poreux pourvu du godet d'eau avec mèche de mousseline a été relié à l'une des branches d'un tube en V très-ouvert renfermant, dans le coude inférieur, une petite colonne d'eau, juste suffisante pour fermer toute communication d'une branche à l'autre. Un faible excès de pression dans l'un ou l'autre sens déplaçait un peu la colonne liquide et permettait à une bulle gazeuse de passer.

Le vase poreux fut alors placé dans un grand cylindre de verre sur le fond duquel était une couche d'acide sulfurique. Dans ce cylindre, on fit arriver, en outre, d'une manière continue, un courant d'air desséché par son passage à travers de la ponce sulfurique. La diffusion entrante devint alors plus active. Les bulles passèrent dans le tube en V d'une façon *remarquablement régulière*, à des intervalles de 32 secondes à peu près. Ce mouvement continua tant qu'on laissa l'appareil dans des conditions semblables. Soixante-seize bulles passèrent durant 41 minutes. Cela représente (d'après une détermination accessoire sur laquelle je n'insiste pas) un volume de 87 centimètres cubes, soit à très-peu près le volume même du vase (après déduction de l'espace occupé par le bouchon et par le godet).

Si l'on tient compte de l'étendue de la surface diffusante, on trouve sans peine que, dans les conditions de cette expérience où la température était d'environ 14°,

l'excès de diffusion de l'air sec vers l'air humide a été de 0,015 centimètres cubes de gaz à travers un centimètre carré de la paroi et durant une minute.

D'autres expériences semblables et diverses considérations pour lesquelles je dois renvoyer au mémoire, montrent facilement que la diffusion de l'air sec à l'air humide peut atteindre des proportions bien plus fortes encore que celles qui viennent d'être indiquées.

J'ai employé quelquefois deux cylindres, l'un poreux ordinaire et l'autre poreux verni, reliés chacun avec l'une des branches d'un tube en U avec colonne d'eau, fonctionnant comme manomètre différentiel. Ces deux cylindres couplés peuvent servir à vérifier la plupart des faits indiqués précédemment. Ainsi, le développement de vapeur d'eau dans un vase où les deux cylindres sont placés l'un à côté de l'autre donne lieu à une variation du manomètre qui accuse une diminution de pression dans le vase poreux. On obtient ce résultat d'une manière fort simple en soufflant l'air des poumons dans le vase où sont installés les cylindres couplés. Ce qui prouve que la vapeur contenue dans l'air expiré est la cause de la différence de pression, c'est que si cet air passe à travers de la ponce sulfurique avant d'arriver au contact des deux cylindres, le manomètre accuse un accroissement de pression du côté du vase poreux.

En plongeant les deux vases couplés dans un *cylindre sec,* on voit toujours se produire un mouvement de la colonne manométrique du vase poreux au vase verni.

Un flacon de verre à deux tubulures a été rempli aux neuf dixièmes d'acide sulfurique concentré. L'une des tu-

bulures, la plus large, a été fermée par une cloison poreuse mastiquée sur le bord ; l'autre, pourvue d'un bouchon tubulé, a été reliée à un manomètre. L'espace libre au-dessus de l'acide sulfurique se desséchant, il devait se produire un courant de diffusion sortante, parce que l'air ambiant est toujours plus ou moins chargé de vapeur d'eau. La pression devait donc devenir plus faible dans le flacon qu'elle n'est à l'extérieur. C'est ce qui a été effectivement constaté. Un flacon pareil, préparé depuis plusieurs mois déjà, offre en permanence une pression inférieure à celle qui existe à l'air libre. La différence varie : elle augmente quand l'atmosphère est plus humide, elle diminue dans le cas contraire. Si on laisse un moment les pressions intérieure et extérieure s'équilibrer, on voit la différence reparaître dès que la communication avec l'extérieur est supprimée.

L'acide sulfurique contenu dans un pareil flacon doit petit à petit s'enrichir d'eau. Mais si la provision d'acide est un peu considérable, elle peut suffire pour maintenir à l'état desséché, pendant assez longtemps, le volume d'air qui se trouve au-dessus de sa surface.

Un autre flacon pareil au précédent a été presque rempli d'eau. L'espace libre au-dessus du liquide doit donc être toujours très-humide ou saturé. Il se produit alors un excès de diffusion entrante qui entretient, dans ce flacon, une pression toujours supérieure à la pression ambiante. Toutes les fois que ce vase est relié au manomètre, et cela depuis plusieurs mois, la pression monte peu à peu et atteint un maximum qui dépend de l'état hygrométrique de l'air ambiant. Plus cet air est sec, plus la variation est grande.

Les différences de pression que j'ai obtenues avec les

deux derniers appareils ont parfois atteint 10^{mm} à 11^{mm} d'eau pour le premier et 5^{mm} ou 6^{mm} pour le second. J'ai regretté de n'avoir à ma disposition que des flacons où la cloison diffusante dût être de dimension trop restreinte.

Pour savoir quels sont les facteurs qui influent sur l'activité de la diffusion entre l'air sec et l'air humide, et pour mesurer l'importance de ces facteurs, il faudrait pouvoir opérer dans des circonstances variées, connues, et que l'on maintiendrait constantes pendant un certain temps. Je n'ai pu réaliser ces conditions que d'une manière trop imparfaite.

La connaissance exacte de la tension de la vapeur d'eau, de part et d'autre de la cloison poreuse, est surtout difficile, et avec les appareils que j'avais à ma disposition, je ne suis pas sûr de connaître bien exactement cette tension.

Je dois me borner ici à une indication abrégée des recherches faites, renvoyant pour les détails au mémoire.

Des vases poreux, pourvus du godet d'eau avec mèche de mousseline, n'atteignent pas un état de complète saturation. Deux méthodes différentes employées pour découvrir leur état hygrométrique ont donné, dans diverses conditions de température, des valeurs comprises entre 0,80 et 0,91 pour deux de ces vases. Pour le premier, la fraction de saturation moyenne est 0,84; pour le second, 0,85.

En recherchant l'état hygrométrique du cylindre sec, on a trouvé que l'air n'y est pas absolument desséché. L'emploi d'un psychromètre plongeant dans ce cylindre a

donné, dans diverses conditions de température, des chiffres compris entre 0,13 et 0,17 ; en moyenne 0,15.

Les deux vases poreux mentionnés ont été soumis à deux séries d'observations par diverses températures ambiantes. Dans la première, ils étaient exposés à l'air libre et reliés au manomètre. On observait la température, l'excès de pression et l'humidité de l'air ambiant à l'aide d'un psychromètre placé près de l'appareil. — Dans la seconde série, les vases poreux étaient plongés dans un cylindre sec, préparé comme il a été dit précédemment.

On trouvera ci-joint deux tableaux, P et P′, qui renferment les résultats des expériences pour l'un des vases poreux.

La température (première colonne) est celle du thermomètre plongeant dans le vase poreux. Elle était sensiblement constante après quelques minutes et lorsque la pression était devenue constante également.

La colonne A renferme la tension de la vapeur dans le vase poreux, obtenue en multipliant par 0,84 la tension à saturation.

La colonne B renferme la tension dans l'air ambiant d'après les données du psychromètre (tableau P), ou la tension dans le cylindre sec obtenue en multipliant par 0,15 celle qui correspond à la saturation (tableau P′).

La quatrième colonne renferme la différence entre les tensions A et B.

La cinquième colonne du tableau P renferme la fraction de saturation (K) de l'air ambiant.

On trouve, dans la sixième colonne, l'excès de pression dû à la diffusion, *exprimé en millimètres d'eau.*

Tableau P.

Température.	A	B	A—B	K	Pression.	Calculé.
o	mm	mm	mm		mm	mm
3,8	5,0	4,2	0,8	0,70	1.2	0,9
5,0	5,5	4,8	0,7	0,74	1,1	0,8
10,8	8,1	8,1	0,0	0,85	1,6	
14,6	10,4	7,1	3,3	0,57	4,0	3,6
7,0	6,3	4,0	2,3	0,53	2,8	2,6
8,5	7,0	5,3	1,7	0,64	2,2	1,9
4,6	5,4	4,0	1,4	0,60	1,7	1,5
6,4	6,0	4,7	1,3	0,64	1,7	1,4
4,0	5,1	4,0	1,1	0,65	1,2	1,2
16,2	11,6	7,6	4,0	0,55	4,1	4,4
5.2	5,5	4,6	0,9	0,69	0,9	1,0
9,5	7,4	5,5	1,9	0,61	2,1	2,1
12.8	9,2	7,2	2,0	0,66	2,4	2,2
19,9	14,5	9,9	4,6	0,57	5,2	5,1
13,6	9,7	7,1	2,6	0,61	3,0	2,9
12,4	9,0	6,6	2,4	0,66	2,5	2,6
18,8	13,5	10,4	3,1	0,61	3,4	3,4
21,6	16,1	15,0	1,1	0,77	1,1	1,2
10,8	8,1	5,7	2,4	0,58	2,0	2,6
15,9	11,3	8,6	2,7	0,62	2,7	3,0

Tableau P'.

Température.	A	B	A—B	Pression.	Calculé.
o	mm	mm	mm	mm	mm
2,0	4,5	0,8	3,7	6,6	6,8
4,7	5,4	1,0	4,4	6,3	8,1
5,4	5,6	1,0	4,6	9,3	8,4
10,6	8,0	1,4	6,6	13,7	12,1
5,0	5,8	1,0	4,8	7,9	8,8
8,8	7,1	1,3	5,8	10,9	10,6
10,8	8,0	1,5	6,5	12,5	11,9
14,4	10,2	1,8	8,4	15,3	15,4
19,7	14,4	2,6	11,8	21,3	21,6
13,6	9,7	1,7	8,0	14,3	14,6
19,2	13,9	2,5	11,4	20,6	20,6
21,5	16,0	2,9	13,1	25,2	24,0
16,9	12,0	2,1	9,9	18,4	18,1
21,0	15,4	2,8	12,6	23,7	23,1

En examinant ces données numériques et en comparant les unes aux autres des observations isolées, on trouve passablement d'irrégularités et d'anomalies. Ainsi, un excès de pression de $1^{mm},6$ se trouve dans un cas où le calcul donne un état hygrométrique égal dans le vase poreux et à l'extérieur. Si l'on compare les observations 19 et 6 du tableau P, on verra que la première a un excès de pression plus faible que la seconde, quoique la différence des tensions de la vapeur entre les deux faces de la paroi poreuse y soit plus considérable; — même remarque pour les observations 3 et 5, etc. — Ces anomalies ne proviennent pas, je le crois, d'erreurs faites au moment de l'observation; elles tiennent plutôt à la méthode même qui a dû être employée pour déterminer la tension dans le vase poreux et dans le cylindre sec. Le calcul qui fournit cette tension (colonnes B) s'appuie sur des moyennes (les facteurs 0,84 et 0,15) et le résultat peut différer sans doute d'une quantité parfois assez grande des vraies conditions de telle ou telle expérience isolée. Malgré cette incertitude qui pèse sur chaque observation prise à part, on peut, par une discussion convenable de l'ensemble, arriver à quelques conclusions très-probables.

Y a-t-il une influence *directe* de la *température* sur l'activité de la diffusion? En examinant les tableaux qui précèdent (ainsi que ceux du second vase poreux), on s'assure que cette influence directe doit être très-faible ou nulle. On voit les mêmes excès de pression correspondre à des températures très-différentes; — des températures plus élevées correspondre tantôt à un excès de pression plus grand, tantôt à un excès moins grand; —

une température à peu près la même correspondre à des excès de pression très-différents.

Dans le tableau P′, la relation assez suivie qui existe entre les températures et les pressions provient de ce que l'atmosphère ambiante étant très-sèche, les différences de tension de vapeur de part et d'autre de la cloison poreuse augmentent et diminuent avec le chiffre de la température.

Quelle est l'influence de l'*état hygrométrique* ou *fraction de saturation* du milieu dans lequel est plongé le vase poreux ? — En parcourant les tableaux, on voit immédiatement que des fractions de saturation égales correspondent à des différences de pression très-diverses et que l'inégalité des fractions de saturation ne correspond pas à une inégalité semblable des excès de pression. Dans le tableau P′, des excès de pression très-différents correspondent à une fraction de saturation toujours à peu près la même de l'espace qui entoure le vase poreux.

Quelle est l'influence de la *tension de la vapeur* sur les deux faces de la paroi poreuse ?... Toutes les expériences décrites dans ce mémoire paraissent indiquer que les différences de pression produites par la diffusion dépendent principalement de la différence entre la tension (et par conséquent la quantité) de la vapeur aqueuse de part et d'autre de la cloison diffusante. Les tableaux P et P′, comme ceux du second vase poreux, montrent que d'une manière générale et à part un petit nombre d'anomalies, les excès de pression varient en même temps et dans le même sens que les différences A-B.

Les différences de tension (nombres A-B), et les pressions correspondantes, ont été portées parallèlement à deux axes afin de mieux voir la liaison générale qui existe

entre ces deux grandeurs. Les observations du tableau P fournissent ainsi un grand nombre de points par lesquels il n'est pas possible de conduire une ligne régulière; mais si l'on trace une ligne moyenne, qui représente la marche générale du phénomène telle que la manifeste l'ensemble des points isolés, on obtient une *ligne droite* inclinée sur les axes.

Avec les données du tableau P', on a plus de régularité qu'avec celles du précédent. Les quatorze points fournis par les observations de ce tableau se distribuent très-nettement autour d'une *ligne doite* qu'il est facile de tracer et qui représente la relation moyenne existant entre les pressions et les différences de tension (nombres A-B).

L'inclinaison des deux lignes de cette représentation graphique sur les axes permet d'obtenir la valeur moyenne du rapport qui existe entre les pressions et les différences de tension. C'est à l'aide de ce rapport moyen et constant (1,10 pour le tableau P et 1,83 pour le tableau P') qu'ont été calculés les nombres des dernières colonnes de ces tableaux.

Si, d'une part, l'on tient compte du fait que, dans chaque observation isolée, les vraies différences de tension ne sont pas exactement connues et que les nombres inscrits dans les colonnes (A-B) sont seulement des valeurs approchées; si, d'une autre part, on considère l'ensemble des observations telles qu'elles sont distribuées graphiquement sur les planches dont il a été question, et l'accord général, approximatif qui existe entre les chiffres des deux dernières colonnes (p. observée et p. calculée) des tableaux P et P'; on admettra que la différence des tensions des deux côtés de la paroi poreuse est évidemment

le facteur le plus important qui influe sur l'activité de la diffusion et que cette activité (estimée par le manomètre) est à peu près proportionnelle à la différence des tensions de la vapeur aqueuse.

La loi approximative de proportionnalité, qui se manifeste dans les tableaux P et P′ pris à part, ne se maintient plus lorsqu'on compare les observations où les vases poreux étaient à l'air libre avec celles où les mêmes vases étaient dans le cylindre sec.

Je me borne ici à signaler cette discordance qui s'explique peut-être suffisamment par la grande différence des conditions dans lesquelles étaient effectuées les deux séries. Je renvoie au mémoire pour quelques développements sur ce point ainsi que pour la représentation graphique qui a été mentionnée plus haut.

Quoique cette étude des causes qui influent sur l'activité de la diffusion entre l'air sec et l'air humide soit encore incomplète, il est, je crois, permis d'en résumer les résultats comme suit :

1) L'activité de la diffusion ne dépend pas directement ou ne dépend que peu de *la température.* La température influe d'une manière indirecte parce qu'elle permet des différences de tension de vapeur plus ou moins grandes des deux côtés de la cloison poreuse.

2) Lorsqu'on compare des observations faites à différentes températures, on trouve que l'activité de la diffufusion ne dépend pas ou ne dépend que peu de la *fraction de saturation.*

3) L'activité de la diffusion dépend principalement de *la différence entre les quantités ou les tensions de la vapeur d'eau* de part et d'autre de la cloison poreuse. Elle est à peu près proportionnelle à cette différence. Il suit de

là que si l'on compare des observations faites à *une même température*, l'activité de la diffusion dépend de la fraction de saturation des masses d'air qui diffusent.

Ces conclusions ne se rapportent qu'aux observations faites avec la même paroi poreuse. De nouvelles recherches montreront si elles se maintiennent pour des températures plus élevées ou plus basses et avec d'autres substances poreuses que celles des expériences décrites plus haut. De nouvelles recherches également montreront quelle peut être l'influence de l'étendue de la paroi diffusante, de son épaisseur, etc.

Je terminerai par quelques remarques et quelques détails.

1) Un très-petit vase poreux ou un petit entonnoir fermé par une plaque poreuse pourraient utilement servir à étudier la diffusion des vapeurs dans l'atmosphère libre. Ce petit vase ou cet entonnoir étant reliés à un manomètre, on obtient une diminution de pression d'autant plus prononcée que l'air est plus chargé de vapeur là où l'on amène la surface diffusante. Ainsi, après avoir versé de l'éther au fond d'une éprouvette profonde, si l'on place le vase poreux à diverses distances du fond, on constate que les couches sont de plus en plus riches en vapeur. On peut voir au bout de combien de secondes la vapeur est appréciable à cinq, dix, quinze, etc., centimètres au-dessus du liquide. L'emploi de cette sorte d'*explorateur par diffusion* pourrait fournir des données intéressantes sur un sujet encore bien peu connu.

2) Quelques-unes des expériences décrites plus haut semblent pouvoir conduire à une détermination de la ten-

sion de la vapeur d'eau qui existe dans l'air libre à un moment donné. Cette détermination pourrait résulter, par exemple, de la différence de pression que fournirait au manomètre un flacon presque rempli d'acide sulfurique comme celui qui a été mentionné précédemment.

Mais, pour que les faits dont il est ici question puissent être à la base d'un hygromètre nouveau, il faut que l'on connaisse exactement la loi qui relie la variation de pression à la différence d'état hygrométrique de part et d'autre de la cloison poreuse. Il faudrait aussi que l'on pût maintenir à un état hygrométrique connu et constant l'une des faces de la paroi diffusante. Il serait désirable également que l'on eût des cloisons poreuses donnant des différences de pression plus grandes que celles qui se produisaient avec mes appareils, surtout lorsque la température est basse.

3) La diffusion inégale entre des masses d'air à des états hygrométriques différents se produit probablement dans un grand nombre de circonstances. Elle doit, suivant les cas, donner lieu a des différences de pression de part et d'autre des parois poreuses ou à un courant dirigé du côté le plus sec vers celui qui est plus humide.

Ces phénomènes se produisent peut-être sur une grande échelle à la surface de contact des végétaux et de l'air libre[1]. Il est également probable qu'ils interviennent dans diverses opérations scientifiques et industrielles.

4) Lorsque l'une des faces d'une cloison diffusante est en contact avec de l'air et l'autre avec un mélange

[1] Voyez une note récente de M. Merget (*Archives*, t. XLIX, p. 165, février 1874).

d'air et d'un gaz plus léger, le courant le plus abondant est dirigé de la seconde à la première.

Les faits dont il est question dans ce mémoire paraissent une exception à cette règle, puisque la vapeur d'eau est plus légère que l'air, et pourtant ces faits présentent tous les caractères de véritables phénomènes de diffusion, car il y a simultanément deux courants inverses à travers la paroi poreuse et l'un de ces courants est plus abondant que l'autre.

En revanche, on peut remarquer que la vapeur d'eau mélangée à l'air donne lieu au même sens de plus grande diffusion que celui qui s'observe quand il s'agit de la plupart et peut-être de toutes les vapeurs. Ainsi, entre l'air d'une part, et, d'autre part, l'air chargé de vapeurs d'alcool, d'éther, de chloroforme, etc., le courant le plus abondant va du premier gaz au second. Il est vrai que toutes ces vapeurs sont plus denses que l'air et les faits auxquels elles donnent lieu rentrent donc dans la loi générale [1].

[1] Pendant l'impression de ce travail, M. Merget a fait à l'Académie des Sciences de Paris une nouvelle communication sur le même sujet. Nous rappellerons que le fait de la diffusion entre l'air sec et l'air humide, avec quelques-unes de ses conséquences, a déjà été signalé par M. Dufour à la réunion de la Société helvétique des Sciences naturelles à Fribourg en 1872 (Voyez *Archives*, septembre 1872, t. XLV, p. 11). (*Réd.*)

SPECTROSCOPE

A

OCULAIRE FLUORESCENT

PAR

M. J.-L. SORET.

On a employé deux méthodes principales pour l'observation de la partie ultra-violette du spectre.

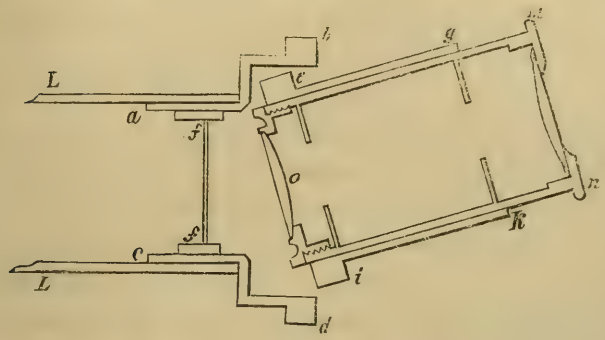
L'une consiste à en faire l'épreuve photographique. La lame préparée peut être introduite dans un spectroscope ordinaire à la place habituelle du réticule de la lunette. On arrive par ce moyen à une reproduction extrêmement délicate du spectre, et avec quelque soin, on peut obtenir des mesures exactes de la déviation des raies. Mais l'opération dans son ensemble est toujours longue et compliquée.

La seconde méthode consiste à projeter le spectre sur une substance fluorescente ; la partie ultra-violette devient alors visible. Mais l'observation doit être faite dans une chambre complétement obscure, et elle ne se prête que difficilement à des mesures angulaires.

Le procédé que je vais indiquer, et qui n'est qu'une modification de cette seconde méthode, me paraît pouvoir être avantageusement employé dans certains cas.

Il consiste à placer une lame d'une substance transparente et fluorescente dans la lunette d'un spectroscope au foyer de l'objectif, et à observer le spectre avec un oculaire incliné sur l'axe de la lunette.

Cette disposition peut facilement être adaptée aux spectroscopes ordinaires. On enlève l'oculaire dont on se sert habituellement, et on le remplace par un dispositif que l'on peut appeler *oculaire fluorescent*, et qui est représenté en coupe dans la figure ci-dessous. Il se com-



pose d'une pièce en laiton *a b c d* formée d'un anneau *b d* soudé à un bout de tube *a c* lequel entre à glissement dans le tube de la lunette LL, et porte en *ff* la lame fluorescente fixée dans une petite bonnette ; puis d'une seconde pièce *e g i k*, formée également d'un anneau *e i* dont le diamètre est plus petit que celui de l'anneau *b d* et qui est soudé à un bout de tube *g k*. Ces deux pièces sont reliées l'une à l'autre de la manière suivante. L'anneau *e i* est disposé concentriquement à l'anneau *b d*, auquel il est fixé par les pointes de deux vis (non représentées dans la figure) qui sont placées aux extrémités du diamètre horizontal des deux anneaux, et forment ainsi un axe passant par le point *o* de la figure. La pièce *e g i k* peut tourner autour de cet axe en s'inclinant sur l'axe général de la lunette du spectroscope. Une vis de pression convenable-

ment disposée (non représentée dans la figure) permet de fixer la pièce *egik* dans une position quelconque. Dans le tube *gk* de la pièce mobile, on introduit un oculaire ordinaire *mno* (celui du spectroscope, si sa distance focale est convenable), et on l'ajuste de manière à voir nettement la lame fluorescente. Deux traits fins et se coupant à angle droit peuvent être tracés au diamant sur cette lame et jouent alors le rôle du réticule. Pour que la lame fluorescente puisse être amenée au foyer de l'objectif de la lunette du spectroscope, celle-ci doit être disposée de manière que le tube qui porte l'oculaire puisse suffisamment rentrer dans le tube qui porte l'objectif. Comme lame fluorescente, on peut employer, soit du verre d'urane, soit divers liquides contenus entre deux lames très-minces de verre, peu écartées l'une de l'autre (1^{mm} à 1,5).

Si l'on veut employer cet appareil pour l'observation du spectre solaire, on fait tomber sur la fente du spectroscope un faisceau de rayons qu'il convient de concentrer par une lentille convergente à long foyer, et en quartz de préférence. Il y a avantage aussi à intercepter, par un verre bleu de cobalt, les rayons les plus éclairants du spectre. On met au point, sans l'incliner, l'oculaire *mno*, puis on dirige la lunette sur la partie la plus réfrangible du spectre visible. La présence de la lame fluorescente n'empêche pas l'observation du spectre lumineux dont on voit les raies avec netteté. Mais dans cette position de l'oculaire on distingue très-mal le spectre fluorescent qui se produit sur la lame. Pour le voir nettement, il faut incliner l'oculaire et le placer dans la position indiquée dans la figure ; on cesse alors d'apercevoir le spectre lumineux,

mais l'on voit très-bien le spectre fluorescent d'une teinte uniforme traversé par des lignes noires. On peut amener ces lignes en coïncidence avec les traits croisés, tracés sur la lame, et mesurer leur déviation.

J'ai essayé diverses lames fluorescentes.

Avec le verre d'urane, le spectre fluorescent est bien visible depuis la raie G; il est très-intense vers H; les quatre raies M sont encore bien visibles; mais au delà il y a moins de netteté.

Avec le bisulfate de quinine, le spectre est très-beau et présente beaucoup plus d'éclat; il ne s'étend que très-peu dans la partie visible, jusqu'à *h* environ. On distingue bien nettement les raies jusqu'au groupe N et même un peu au delà.

L'esculine peu concentrée m'a paru donner le spectre le plus intense; on distingue très-nettement les raies N et même O. Le spectre s'étend dans le violet un peu plus que cela n'a lieu avec la quinine [1].

Le rose-naphtaline (Magdala) un peu concentré donne de moins bons résultats pour la portion ultra-violette au delà de M; mais l'aspect du spectre fluorescent est curieux dans la partie correspondant aux rayons directement visibles: presque depuis D, jusqu'à M, on distingue toutes les raies avec une parfaite netteté.

Du reste les apparences dépendent non-seulement de la substance fluorescente et de son degré de concentration, mais aussi de plusieurs autres circonstances. La vivacité de la lumière solaire a une grande influence; si le

[1] Il est avantageux que le spectre lumineux et le spectre fluorescent aient une partie commune, parce que l'on peut s'assurer de la coïncidence de position d'une raie vue directement ou par fluorescence.

ciel n'est pas très-pur ou si le soleil est près de son coucher, le spectre perd beaucoup de son intensité. La nature du prisme influe fortement. Avec un prisme et même deux prismes de flint blanc, on voit une portion étendue du spectre ultra-violet, surtout si l'on a soin de faire passer le faisceau de rayons près de l'arête du prisme. Quant au flint lourd, il absorbe, comme on le sait, les rayons ultra-violets. Il en est de même des systèmes de prismes des spectroscopes à vision directe. On obtiendrait sans doute un spectre plus étendu si les prismes et les lentilles étaient en quartz ou en spath d'Islande.

Quant à l'application de ce procédé à l'étude des spectres ultra-violets des métaux, je n'ai fait qu'un petit nombre d'essais qui n'ont pas été complétement satisfaisants. En faisant passer les étincelles d'un appareil de Ruhmkorff entre des électrodes de différents métaux, avec adjonction d'une bouteille de Leyde, j'ai réussi à distinguer quelques lignes. Par exemple, j'ai bien vu avec le magnésium la raie ultra-violette voisine de L ($\lambda=0,00380$), et avec le cadmium une raie près de N (probablement la neuvième raie du spectre décrit par M. Mascart, $\lambda=0,00361$). Mais l'intensité était faible, et il n'aurait pas été possible de prendre des mesures angulaires exactes. Il est vrai que les décharges que j'ai employées auraient pu être plus énergiques et que les moyens de concentration de la lumière dans la fente du spectroscope laissaient à désirer. On arriverait probablement à de meilleurs résultats en perfectionnant le procédé.

En résumé, cette méthode me paraît surtout applicable

à la lumière solaire ; elle rend visible, avec une grande netteté, le spectre de H à N sans qu'il soit nécessaire d'opérer dans une chambre complétement obscure ; elle permet de prendre facilement des mesures angulaires. Sans doute, elle est moins délicate que la méthode photographique, mais elle est beaucoup plus prompte. Je crois qu'on pourrait utilement l'employer à certaines déterminations, par exemple à la mesure de l'indice de réfraction de diverses substances pour les rayons très-réfrangibles et à l'absorption de ces radiations par différents milieux.

DES

MANOMÈTRES DIFFÉRENTIELS

A DEUX LIQUIDES

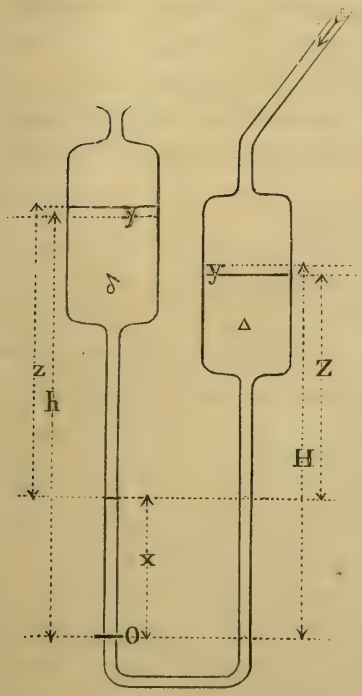
PAR

M. ARTHUR ACHARD
Ingénieur.

Quand on mesure la pression p d'un gaz au moyen d'un manomètre à air libre, la colonne x, de liquide ayant Δ pour poids spécifique, qui mesure cette pression, s'exprime par $x = \frac{p}{\Delta}$. Plus Δ est faible, plus x est grand pour une valeur donnée de p, plus l'appareil est sensible. On augmenterait encore la sensibilité si l'on pouvait représenter la pression par une colonne d'un liquide fictif qui aurait pour poids spécifique la différence entre les poids spécifiques Δ et δ de deux liquides réels, différence qu'on pourrait, par le choix des liquides, faire varier selon le degré de sensibilité à réaliser. Un appareil de ce genre serait très-commode pour mesurer les faibles variations de pression des gaz, par exemple celles que le gaz d'éclairage éprouve par son parcours dans les conduites.

En cherchant à réaliser un appareil qui fût fondé sur le principe ci-dessus, je suis arrivé à une disposition qui sera décrite un peu plus loin. Les recherches que j'ai faites pour voir si elle avait été déjà proposée m'ont montré que la priorité appartenait à M. Kretz (voyez le tome I du *Cours de Physique* de M. Jamin, 3me édition), et que divers autres appareils avaient été imaginés dans un but analogue.

Ce qui suit est destiné à montrer en quoi ces divers appareils diffèrent les uns des autres.



Un tube en U de petit calibre (5^{mm}, par exemple) est situé dans un plan vertical (voyez la figure). Les deux branches, généralement de longueurs inégales, se raccordent chacune à un tube vertical de diamètre notablement plus considérable. La partie inférieure du tube en U et la branche la plus courte sont occupées par un liquide de poids spécifique Δ, la branche la plus longue par un autre liquide de poids spécifique moindre δ : les liquides doivent s'élever jusque dans les tubes élargis. La surface de séparation de ces deux liquides, qui ne doivent pas être susceptibles de se mélanger, est l'index de l'instrument. Le zéro est la position que l'index occupe quand les pressions qui s'exercent sur les deux surfaces libres sont égales ; quand cela est, les hauteurs H et h des surfaces libres du liquide le plus dense et le moins dense, au-dessus du zéro, obéissent à la relation :

$$H\Delta = h\delta.$$

Maintenant si rien n'est changé à la pression qui agit

sur la surface du liquide le moins dense, on fait agir un excès de pression p sur celle de l'autre, le niveau du premier liquide s'élèvera de y, celui du second s'abaissera de la même quantité (en supposant identiques les diamètres des tubes élargis), et l'index montera de x. Si on appelle Z et z les hauteurs des surfaces libres au-dessus de la nouvelle position de l'index, on aura la relation d'équilibre :

$$p + Z\Delta = z\delta.$$

Mais on a :

$$z = h - x + y, \quad Z = H - x - y,$$

ou bien, comme $y = \frac{a}{A}x$, en appelant a la section du tube en U, et A celle des tubes élargis :

$$z = h - x + \frac{ax}{A} \qquad Z = H - x - \frac{ax}{A}.$$

Par conséquent :

$$p + \left(H - x - \frac{ax}{A}\right)\Delta = \left(h - x + \frac{ax}{A}\right)\delta,$$

ou, en observant que $H\Delta = h\delta$:

$$p = x\left[\Delta - \delta + \frac{a}{A}(\Delta + \delta)\right];$$

donc :

$$x = \frac{p}{\Delta - \delta + \frac{a}{A}(\Delta + \delta)}.$$

Voilà la théorie fort simple de l'instrument que nous venons de décrire, et qui constitue, sous sa forme la plus générale, le *manomètre différentiel à deux liquides.* Pour qu'il soit plus sensible que le manomètre ordinaire dans lequel $x = \frac{p}{\Delta}$ [1], il faut avoir :

[1] Pour que cette formule s'applique au manomètre ordinaire pour

$$\Delta - \delta + \frac{a}{A}(\Delta + \delta) < \Delta,$$

d'où

$$\frac{a}{A} < \frac{\delta}{\Delta + \delta}.$$

L'instrument est parfaitement susceptible d'emploi sous cette forme générale. Si, par exemple, on a pour données: $\Delta = 1000$ (eau); $\delta = 780$ (pétrole) $\frac{a}{A} = 0{,}037$, une pression de 1 kilogramme par mètre carré, au lieu d'être représentée par 1 millimètre comme dans le manomètre simple à eau, le sera par $3^{mm},5$; sa sensibilité sera augmentée dans le rapport de $3\,{}^1/_2$ à 1.

Mais cet instrument peut se spécialiser sous deux formes qui correspondent à deux hypothèses qu'on peut faire sur le dénominateur de la valeur de x.

1° Si l'on suppose $\delta = \Delta$, on aura simplement :

$$x = \frac{1}{2}\,\frac{p}{\Delta}\,\frac{A}{a},$$

la lecture que donnerait un manomètre à gaz d'éclairage, à branches égales et à échelle fixe, se trouve amplifiée dans le rapport de A à a. Les deux branches du tube en U doivent être égales. C'est le principe du *manomètre différentiel de M. Colladon* décrit par M. Thury dans sa *Notice sur quelques instruments de physique construits à Genève dans l'atelier de M. Schwerd.*

Ici la diversité des deux liquides n'intervient plus que pour assurer l'existence d'un index qui divise la masse liquide en deux portions de volumes invariables. Aussi

gaz d'éclairage, à deux branches égales, il faut que l'échelle soit mobile. Si elle est fixe, on a seulement $x = \frac{1}{2}\,\frac{p}{\Delta}$.

peut-on ranger dans la même classe le manomètre décrit par le *Dr Schilling* dans son *Traité de l'éclairage au gaz*, sous le nom de : *Indicateur du Dr List*. Dans cet instrument, où il n'y a qu'un liquide (pétrole coloré), le tube en U, qui est de très-petit diamètre, a une partie horizontale très-allongée, tandis que les branches verticales sont très-courtes : l'index est une des extrémités d'une bulle d'air réservée dans la partie horizontale.

2° Si l'on suppose $\frac{a}{A}$ assez petit pour que le terme $\frac{a}{A}(\Delta+\delta)$ soit négligeable devant le terme $\Delta-\delta$, on aura :

$$x=\frac{p}{\Delta-\delta}.$$

C'est le principe de l'instrument que j'ai imaginé [1]. Pour le réaliser il faut substituer aux tubes élargis des capacités en verre ayant la forme d'un ellipsoïde de révolution très-aplati (dans le genre des réservoirs des lampes usuelles à pétrole). Avec l'eau et le pétrole le kilogramme de pression par mètre carré serait représenté par $4^{mm},5$ environ ; avec l'eau et l'essence de térébenthine, par $7^{mm},7$; avec l'eau et l'huile d'olive, par $11^{mm},7$.

On commettra toujours une erreur *en moins* dans l'évaluation de la pression par la lecture, parce que le second terme du dénominateur ne peut pas être rigoureusement nul. Pour que l'erreur soit seulement $\frac{1}{n}$ de la

[1] Avec le concours obligeant de M. Ad. Perrot, j'ai construit un instrument assez grossier, dans lequel $\frac{a}{A}$ était encore trop grand $\left(\frac{1}{120}\right)$, mais qui a parfaitement réalisé ce que j'en attendais. Les liquides étaient le pétrole et l'eau rougie.

lecture, il faut satisfaire dans la construction à la relation :

$$\frac{a}{A} = \frac{\Delta - \delta}{(n-1)\ (\Delta + \delta)}$$

laquelle montre que, à approximation égale, plus les liquides auront des densités rapprochées, plus les réservoirs surmontant les deux branches du tube en U devront être spacieux. Si l'on se donne $\frac{1}{n} = \frac{1}{100}$, on trouve :

	Valeurs de $\frac{A}{a}$	Diamètre des réservoirs celui du tube étant 5^{mm}.
		mm
Eau et pétrole.....	801	141,5
Eau et essence de térébenthine.	1424	188,7
Eau et huile d'olive.....	2230	236,7

Pour ne pas atteindre des dimensions qui rendraient l'appareil incommode, il vaudrait mieux s'en tenir à un degré d'approximation modéré, mais connu, et corriger ensuite la lecture.

L'appareil proposé par M. Kretz paraît rentrer dans cette seconde catégorie.

En terminant, faisons observer que si l'on cherchait à réunir les propriétés des manomètres de ces deux catégories, en diminuant indéfiniment à la fois la différence $\Delta - \delta$ et le rapport $\frac{a}{A}$, on aurait un appareil de sensibilité en quelque sorte infinie, et par suite impropre aux observations.

NOTICE NÉCROLOGIQUE

SUR

L'ASTRONOME ADOLPHE QUETELET

La Belgique vient de perdre l'un de ses plus savants et de ses plus dévoués citoyens, en la personne de M. Jaques-Adolphe-Lambert Quetelet, né à Gand le 22 février 1796, mort à Bruxelles le 17 février 1874, à l'âge de 79 ans. Déjà en 1814 il était professeur de mathématiques au collége de sa ville natale, et il obtint en 1819 le Doctorat ès sciences, dans l'université qu'y avait fondée le roi Guillaume de Hollande. Il s'occupa d'abord de mathématiques; il professa avec succès, pendant sept à huit ans à l'Athénée de Bruxelles, la physique et l'astronomie, et il en publia des traités élémentaires.

Dès 1823 il songea à réaliser l'idée, souvent émise dans l'ancienne Académie de Bruxelles, de fonder un observatoire dans cette ville. Le ministre d'État Falck, très-favorable aux sciences et aux lettres belges, l'envoya dans ce but à Paris en 1823. Le rédacteur de la présente notice eut l'avantage de l'y rencontrer à l'observatoire, et d'y travailler un peu avec lui sous la direction très-bienveillante de M. Alexis Bouvard. C'est là que s'est formée entre nous une très-douce relation d'amitié, qui a duré toujours dès lors, et à laquelle M. Quetelet a été remarquablement fidèle.

Un arrêté ordonnant la création de l'observatoire de Bruxelles parut le 8 juin 1826, et M. Quetelet en fut

nommé directeur le 9 janvier 1828, mais il dut attendre encore quatre ans avant de pouvoir s'y installer. Les instruments méridiens, commandés à l'habile artiste de Paris Gambey, n'y furent même montés qu'en juillet 1835, et l'équatorial de Troughton et Simms en juin 1836, après la séparation entre la Belgique et la Hollande, qui suivit une révolution, où l'observatoire, à peine construit, fut occupé militairement et subit quelques dégats.

M. Quetelet avait commencé, en 1824, avec M. Garnier, la publication de sa *Correspondance mathématique et physique*, par cahiers in-8°. Il l'a poursuivie jusqu'en 1835, et elle renferme, en huit volumes, bien des matériaux intéressants, relatifs aussi à l'astronomie. Il a fait divers voyages, et nous avons eu le plaisir de le voir, entre autres, à Genève en 1830. Il s'occupait alors de la détermination de l'intensité magnétique en divers points de l'Europe, à l'aide d'un appareil très-portatif de l'artiste belge Sacré, et j'ai eu le plaisir d'assister à des expériences de ce genre qu'il a faites, soit à Genève, soit près des bains de Saint-Gervais, en Savoie.

Il a été reçu, dans la même année, associé honoraire de la Société genevoise de physique et d'histoire naturelle.

Dès 1833, M. Quetelet a commencé à l'observatoire de Bruxelles la longue et importante série d'observations de météorologie et de physique du globe, dont la publication et la discussion constituent un de ses principaux titres scientifiques.

Il a été, entre autres, un des premiers savants qui aient établi des observations thermométriques régulières à diverses profondeurs en terre, ainsi que des appareils pour observer journellement l'électricité atmosphérique. Il a été aussi l'un des premiers à étudier ce qu'il appelait les

ondes atmosphériques, ou les grandes variations de pression barométrique, qui se succèdent en divers points de la surface terrestre, et qui y donnent lieu à la prévision des orages.

Il n'avait alors qu'un seul adjoint, M. Mailly, qui lui a encore longtemps rendu d'excellents services, et ce personnel était insuffisant pour mener de front la météorologie et l'astronomie. Il se borna donc, à cette époque, à déterminer la position géographique de son observatoire, et à observer les principaux phénomènes célestes. Il y eut aussi des observations d'étoiles de 1837 à 1839 ; elles furent reprises en 1848, et s'étendirent, à partir de cette époque, aux ascensions droites et aux déclinaisons. Une troisième série a commencé en 1857, et elle doit mener à un catalogue de 10,000 étoiles à mouvements propres, dont M. Adolphe Quetelet a été le promoteur, et que son fils Ernest, qui s'en occupe depuis dix-sept ans, doit terminer dans peu d'années.

Ayant publié, en 1854 et en 1861, dans la partie scientifique de la *Bibliothèque Universelle*, deux articles assez développés sur les divers travaux déjà exécutés à l'observatoire de Bruxelles, je me bornerai ici à rappeler:

1° Que M. Quetelet a commencé en 1834, et a continué dès lors chaque année à faire paraître dans le format in-18, un *Annuaire* de son observatoire un peu analogue à celui du *Bureau des longitudes* français. Il renferme, outre des données numériques d'astronomie, de statistique, de mesures, monnaies, etc., des rapports sur l'observatoire, et diverses notices scientifiques intéressantes de M. Quetelet et de quelques-uns de ses adjoints, tels que MM. Mailly, Houzeau, Liagre et Bouvy.

2° Que M. Quetelet a publié, en 1837, le premier volume

in-4° des *Annales de l'observatoire de Bruxelles*, recueil destiné à l'enregistrement successif des observations astronomiques, météorologiques et magnétiques qui s'y font, et de leurs résultats. Les volumes suivants de cette collection sont principalement consacrés, comme je l'ai indiqué plus haut, aux observations météorologiques ; et leur ensemble, jusqu'au tome XI, publié en 1857, constitue un ouvrage considérable sur le *Climat de la Belgique*, composé de sept parties. Il a paru encore dès lors dix volumes de ces *Annales*, qui sont, comme le tome XI, consacrés, soit aux observations météorologiques et magnétiques, soit aux observations astronomiques.

Les *étoiles filantes* ont été aussi un objet constant d'études pour M. Quetelet. Il avait d'abord cherché à en déterminer les distances à la surface terrestre, en s'associant à quelques autres observateurs, placés en des points assez éloignés les uns des autres pour pouvoir apprécier des effets de parallaxe. Il a été ensuite l'un des premiers à constater le retour périodique, vers le 10 août de chaque année, d'un essaim abondant de ces corpuscules lumineux ; et l'on sait quel développement a pris dès lors cette partie de la science, depuis la découverte, faite par M. Schiaparelli, des rapports intimes existant entre ces météores lumineux et les comètes.

M. Quetelet avait été élu, dès 1820, membre de l'Académie des sciences et belles-lettres de Bruxelles ; il la présida de 1832 à 1834, et en devint secrétaire perpétuel depuis cette dernière année. Il a déployé une activité infatigable dans ces nouvelles fonctions, comme dans celles relatives à l'observatoire, et il a rendu d'éminents services à l'Académie royale de Belgique, augmentée depuis 1845 d'une Classe des Beaux-Arts. C'est dans le *Bulletin*

de ses séances, de format in-8°, et dans les *Mémoires* in-4° de cette Académie, qu'il a publié la plus grande partie des résultats de ses travaux en astronomie, en météorologie et en magnétisme terrestre. C'est, entre autres, dans ce dernier recueil que se trouvent insérés une longue suite de mémoires sur l'observation des *phénomènes périodiques* concernant l'atmosphère, la végétation, les migrations des oiseaux, etc. M. Quetelet s'en était lui-même occupé avec intérêt, et il avait cherché à provoquer les travaux d'autres observateurs, ayant, en général, toujours encouragé les recherches scientifiques, et ayant fait d'excellents élèves.

Je n'ai point encore parlé d'une autre branche importante des recherches de M. Quetelet, je veux parler de celles relatives à la *Statistique*, dont il s'est occupé dès sa jeunesse. Il a publié en 1835 sa *Physique sociale*, « ou Essai sur le développement des facultés de l'homme,» et dix ans plus tard ses *Lettres sur la théorie des probabilités appliquées aux sciences morales et politiques*. Le gouvernement belge en créant, en 1841, une commission centrale de statistique, l'en nomma président. C'est sur son initiative, et celle de l'un de ses collègues, qu'a été fondée la Statistique internationale, par le congrès réuni à Bruxelles en 1852, auquel ont succédé ceux de Paris, de Londres, de Berlin, de Florence, de La Haye et de Pétersbourg, dans chacun desquels M. Quetelet a su se concilier l'estime et le respect de tous. C'est à lui et à M. Heuschling qu'on doit, entre autres, la publication à Bruxelles, en 1865, d'un fort volume in-4° de Statistique internationale sur la population. Il a donné, en 1869, une seconde édition, très-augmentée, de sa *Physique sociale*, et son *Anthropométrie* a fait suite à cette publication. Tout en admettant complé-

tement le libre arbitre accordé à l'homme par le Créateur, il a fait voir qu'il y a des lois gouvernant les phénomènes en apparence les plus accidentels de notre vie physique et jusqu'à nos moindres actions.

Je dois citer encore plusieurs ouvrages, principalement relatifs à la Belgique, complétant la démonstration du profond attachement que M. Quetelet avait voué à son pays :

Météorologie de la Belgique comparée à celle du globe, 1 vol. in-8°, 1867.

Sciences mathématiques et physiques chez les Belges jusqu'au dix-neuvième siècle, 2 vol.

Tables de mortalité et leur développement, 1872.

Enfin, à l'occasion du centième anniversaire de la fondation de l'Académie de Belgique, célébré très-solennellement à Bruxelles à la fin de mai 1872, M. Quetelet, outre les discours officiels qu'il a prononcés, a présenté un rapport historique sur le premier siècle de cette Académie, qui occupe 170 pages de l'ouvrage publié par elle pour ce jubilé, en 2 forts volumes grand in-8°.

La santé de M. Adolphe Quetelet avait malheureusement, déjà depuis quelques années, subi de sérieux échecs, ce qui, comme nous venons de le voir, ne l'avait pas empêché de continuer ses travaux avec une rare énergie. Il était membre honoraire de la plupart des grandes sociétés savantes de l'Europe, et en relation avec les hommes de science les plus éminents de l'époque actuelle. Il avait reçu de divers souverains de nombreuses distinctions honorifiques. On peut dire que sa mort a été un deuil public pour la Belgique.

Le *Moniteur belge* du 21 février, que M. Ernest Quetelet a eu la bonté de m'envoyer, contient le détail des funérailles de son père qui ont eu lieu le 20. Elles ont

attiré un grand concours de sociétés et de notabilités belges : plusieurs ministres d'État et un aide de camp du roi y assistaient ; des honneurs militaires ont été rendus par la moitié de la garnison de Bruxelles, commandée par un général-major, et il y a eu service solennel à l'église. De très-intéressants discours ont été successivement prononcés à l'observatoire, au nom de cet établissement, de l'Académie royale, de la Commission centrale de Statistique, du Conseil de la bibliothèque royale, de l'Académie de médecine et de l'École militaire, par MM. Ed. Mailly, de Keyser, Putzeys, le baron Kervyn de Lettenhove, le Dr Tallois et le colonel du génie Liagre.

M. de Keyser, président de l'Académie royale, a remarqué dans son allocution que M. Quetelet était mort au champ d'honneur, ayant encore siégé à l'une des séances de l'Académie dans le mois même de son décès. « Il n'est, a-t-il dit, aucun de ses confrères qui ne conserve le souvenir des qualités aimables que l'homme du monde savait déployer, lorsqu'il lui était permis de dépouiller l'enveloppe du savant. » M. Putzeys, secrétaire général du ministère de la justice, dit encore, en parlant du rôle honorable accordé à M. Quetelet dans les congrès de Statistique internationale : « Là, comme partout ailleurs, le savant était modeste et bienveillant, convaincu, mais respectant les convictions d'autrui en les combattant : toujours calme, évitant ce qui aurait pu blesser ses contradicteurs. Homme de science, on l'admirait : homme politique, on le respectait ; homme privé, on l'aimait. »

Je m'estime heureux d'avoir pu rendre ici un faible hommage d'attachement et de regret à la mémoire d'un ami de plus de cinquante ans. La dernière lettre que j'ai reçue de lui est datée du 5 décembre 1873, et répond à

celle où j'avais été chargé de lui annoncer la mort de notre digne ami commun M. le professeur Auguste de la Rive. Après avoir communiqué cette douloureuse nouvelle à l'Académie de Bruxelles, dont M. de la Rive était membre honoraire, M. Quetelet me dit dans cette lettre : « Tous mes collègues m'ont invité à exprimer leurs tristes « regrets avec les miens. Ils savent tous que nous ferons « ici une double perte. Ce n'est pas la science seule qui « se trouve déparée d'un de ses plus beaux fleurons, mais « encore les brillantes qualités du cœur, que plusieurs « d'entre nous avaient pu apprécier nous seront ravies. »

Le départ pour la patrie céleste d'hommes aussi distingués, à tant de titres, laisse ici-bas des vides qui ne peuvent guère être comblés. Le deuil est cependant un peu adouci, quand ces hommes d'élite laissent des enfants qui s'efforcent de suivre leurs traces. C'est bien l'héritage honorable qu'a légué à son pays et à la science notre ami de Belgique. Il me semble fort naturel et désirable que M. Ernest Quetelet succède à son père comme directeur de l'observatoire de Bruxelles, et que le grand catalogue d'étoiles, dont il s'occupe depuis longtemps, soit terminé et publié par lui.

Alfred Gautier.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

A. Kundt. Temporerer dichroïsmus, etc....., Dichroïsme temporaire produit par extension. (*Poggend. Annalen*, 1874, tome CLI, p. 125.)

Le dichroïsme, phénomène qui accompagne si fréquemment la double réfraction, devait pouvoir comme elle se produire temporairement dans les corps isotropes par pression ou extension et c'est en effet ce qu'a vérifié M. Kundt, appelant l'effet qu'il a le premier reconnu *dichroïsme temporaire.*

Lorsqu'un corps devient biréfringent par compression ou extension, les deux rayons subissent généralement de la part de ce corps une dispersion inégale, la double réfraction ne présentant pas la même intensité pour les différentes longueurs d'ondulation. De plus, en vertu de la relation établie par M. Kundt entre la dispersion et l'absorption, quand la dispersion sera très-différente pour les deux rayons, il en devra être de même de l'absorption.

Partant de cette hypothèse et après de longs essais, M. Kundt a enfin trouvé dans le caoutchouc et la gutta-percha deux substances susceptibles de donner un dichroïsme temporaire marqué.

En étirant une bande de caoutchouc entre les doigts et l'observant à la loupe dichroscopique on obtient un très-fort dichroïsme qui varie notablement, il est vrai, d'un échantillon à l'autre. Pour celles de ces qualités de caoutchouc qui présentent le phénomène avec le plus d'intensité, l'une des deux images est brun foncé, l'autre presque jaune paille.

Le rayon dont les ondulations s'accomplissent dans la di-

rection de la traction est le plus absorbé. Le dichroïsme cesse avec l'extension. Le caoutchouc est trop peu transparent pour qu'il ait été possible de déterminer s'il est optiquement positif ou négatif.

La gutta-percha en lame mince présente le même phénomène, très-marqué aussi. On la chauffe légèrement pour la rendre plus extensible.

En faisant un mélange de colle très-épaisse et de glycérine qu'il laissait ensuite sécher, M. Kundt a obtenu une colle élastique au même degré que le caoutchouc qui présente par traction une double réfraction très-marquée. Cette substance n'a pas néanmoins donné de résultats bien nets au point de vue du dichroïsme temporaire. E. S.

O.-E. Meyer. Recherches hydrauliques. (*Poggend. Annalen*, Jubelband, 1874, p. 1.)

M. Meyer, ayant eu à sa disposition, pour des recherches hydrauliques, un tuyau de plomb continu de 3000 mètres de longueur et 7 millimètres de diamètre intérieur, a recherché sur ce tuyau la vitesse avec laquelle se transmet une pression dans l'eau et la loi d'écoulement de l'eau à travers un tube long non capillaire.

On devait présumer qu'une impulsion unique se propage dans l'eau avec la même vitesse qu'une série de vibrations. Or, d'après les expériences de Wertheim la vitesse de transmission du son dans des tuyaux étroits n'excède pas 1100^m à 1200^m par seconde; dans le tuyau en question, où le frottement était plus considérable, elle pouvait être admise très-approximativement à 1000^m. Or, c'est précisément là la vitesse avec laquelle une pression se transmettait à travers le long tube de M. Meyer. Une pression quelconque se propage donc dans l'eau avec la même vitesse que le son.

Pour le second point, M. Meyer a trouvé que la loi de

Poiseuille [1] s'applique non-seulement aux tuyaux capillaires, pour lesquels ce savant l'avait établie, mais aussi à des tuyaux étroits non capillaires présentant une longueur suffisante.

E. S.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

G. Lunel. Histoire naturelle des poissons du bassin du Léman; in-folio avec 20 planches en couleur. Genève, 1874. (Publications de l'Association zoologique du Léman.)

Il avait été publié à la fin du siècle passé et dans le commencement de celui-ci plusieurs listes des poissons du Léman, mais aucune n'était exacte: dans chacune d'elles certaines espèces figuraient à tort et d'autres étaient omises. Aussi, peut-on dire que nos connaissances sur la faune ichthyologique de cette région ne datent réellement que de 1825, année dans laquelle parut le mémoire posthume du professeur Jurine [2]. C'est un travail remarquable, qui est resté jusqu'à aujourd'hui le seul ouvrage descriptif sur ce sujet, mais qui se ressent malheureusement du fait que l'auteur n'a pu y mettre la dernière main. Les descriptions sont un peu trop brèves et parfois insuffisantes, défaut en parti atténué par le secours que fournissent d'assez bonnes planches jointes au texte. La détermination des espèces est en général correcte et l'on ne peut guères relever qu'une seule erreur grave, à savoir l'indication parmi les poissons

[1] Cette loi s'exprime, comme on le sait, par la formule $V = \frac{\pi R^4 pt}{8 \eta \lambda}$ dans laquelle V représente le volume du liquide qui s'écoule dans le temps t par un tuyau du rayon R et de longueur λ, η étant le coefficient de frottement du liquide, p l'excès de pression à une des extrémités du tube.

[2] *Histoire abrégée des poissons du lac Léman*, extraite des manuscrits de feu M. le professeur Jurine, et accompagnée de planches dessinées et gravées sous sa direction. In-4° avec 15 planches in-f°. (*Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève*, tome III, 1re partie.)

du Léman de la Vandoise (*Cyprinus jaculus*, Bloch) qui n'existe certainement pas dans ce lac ni dans les rivières qui communiquent avec lui.

Sans vouloir diminuer en rien le mérite de Jurine qui a le premier tracé la voie, on peut affirmer que son ouvrage est maintenant bien dépassé par celui que vient de faire paraître M. Lunel. L'histoire des poissons du bassin du Léman que nous devons au zélé conservateur du musée de Genève corrige les erreurs qu'avaient pu commettre les auteurs précédents, et contient une foule de renseignements nouveaux. Elle est en outre infiniment supérieure à celle de Jurine sous le rapport de l'iconographie.

Le nombre des espèces habitant le Léman et ses tributaires est assez faible, malgré la grande étendue de ce lac et l'importance du Rhône. Cette pauvreté résulte sans doute en partie de ce que la « Perte du Rhône » à Bellegarde empêche un certain nombre de poissons de remonter au-dessus de cette portion si tourmentée du cours du fleuve. La population ichthyologique du Léman ne voit donc pas son élément sédentaire s'augmenter de visiteurs temporaires comme cela a lieu pour les lacs suisses qui sont en communication facile avec l'Océan. L'Anguille seule franchit quelquefois les obstacles qui s'opposent à cette remonte.

M. Lunel ne compte que 21 espèces, dont voici l'énumération : *Perca fluviatilis, L.; Cottus gobio, L.; Lota vulgaris, Cuv.; Cyprinus carpio, L.; Cyprinopsis auratus, L.; Tinca vulgaris, Cuv.; Gobio fluviatilis, Cuv.; Alburnus lucidus, Heckel; Alb. bipunctatus, L.; Scardinius erythrophthalmus, Bonap.; Leuciscus rutilus, L.; Squalius cephalus, Bonap.; Phoxinus lævis, Ag.; Cobitis barbatula, Lin.; Corregonus fera, Jurine; Corregonus hiemalis, Jurine; Thymallus vulgaris, Nilsson; Salmo umbla, L.; Trutta variabilis, G. L.; Esox lucius, L.; Anguilla vulgaris, Fleming.*

Cette liste diffère de celle qu'on trouve dans le mémoire

de Jurine par l'absence de la Vandoise. Selon M. Lunel, cet auteur aurait décrit et figuré sous le nom de *Cyprinus jaculus*, Bloch, de jeunes individus du Gardon *(Leuciscus rutilus, L)*. Par contre, on remarque l'introduction du *Cyprinopsis auratus*, notre *poisson rouge* des viviers. M. Lunel donne droit de cité à cette espèce parce qu'il a remarqué qu'elle tend à se répandre, soit dans le Rhône soit dans le lac. Depuis quelques années il en a obtenu sept individus pris dans ces conditions; deux seulement étaient d'un beau rouge; les cinq autres présentaient la coloration de la carpe, fait qui tend à confirmer l'opinion émise par Blyth que ce poisson n'est pas rouge à l'état de nature. La variété rouge se perpétuerait par suite d'une sélection artificielle, mais sous de certaines influences on verrait se produire un retour à la coloration normale.

La présence de l'Anguille dans les eaux du Léman et dans celles du Rhône au-dessous de Genève avait été signalée depuis longtemps et admise par Jurine. Cependant beaucoup de doutes s'étaient élevés à cet égard. Dans ces dernières années, des captures assez nombreuses ont montré que ce poisson apparaît de temps à autre au-dessus de la Perte du Rhône et est en quelque sorte de passage accidentel.

A en croire des traditions ayant cours sur les bords du Léman, la Lotte ne devrait pas être considérée comme une espèce aborigène; l'on a même avancé, mais sans preuves, que son acclimatation serait due aux anciens moines de Saint-Prex (canton de Vaud) qui l'auraient introduite dans le XIVme siècle. M. Lunel fait connaître un document curieux semblant donner raison d'une manière générale à l'opinion de ceux qui veulent que ce poisson ait été apporté dans le Léman, mais tendant d'autre part à prouver que son introduction ne remonterait pas au delà de la fin du XVIme siècle.

Des essais persévérants ont été faits par M. le professeur Chavannes, de Lausanne, en vue d'acclimater le Saumon dans le Léman. Ils n'ont pas jusqu'ici donné des résultats

bien encourageants; on n'a repris qu'un petit nombre d'individus de cette espèce et même toutes les captures ne sont pas bien authentiques. En tenant compte de ce que l'on sait des mœurs de ce poisson, nous ne sommes guères plus disposés que M. Lunel à admettre que l'on réussisse à le faire vivre et surtout reproduire dans les eaux de ce bassin en quelque sorte fermé.

La partie descriptive de l'ouvrage que nous avons sous les yeux est très-consciencieusement traitée; on peut regretter seulement l'absence de diagnoses qui eussent permis de saisir rapidement les caractères essentiels de l'espèce et épargné dans certains cas la lecture d'une longue description. Cette lacune sera, du reste, bien peu sensible en raison du petit nombre d'espèces décrites et des caractères tranchés que présentent la plupart d'entre elles. D'ailleurs, toutes les fois que cela était nécessaire, l'auteur a dressé un tableau synoptique des caractères permettant de distinguer facilement les espèces dont il traite des formes voisines avec lesquelles elles pourraient être confondues.

Dans les additions qui terminent le volume on trouve, en regard de la liste des poissons du Léman, celles des espèces qui habitent les lacs d'Annecy, du Bourget, de Nantua et de Sylans. On peut se faire ainsi une idée de la faune ichthyologique de ce groupe de lacs dépendant du bassin du Rhône.

L'auteur ne s'en est pas tenu à une simple description des espèces; une large place a été accordée à l'étude des mœurs, partie sur laquelle il nous apporte beaucoup de faits nouveaux; nous signalerons entre autres ce qui est relatif aux changements de coloration chez le Vairon, à la ponte et à l'alimentation du Chabot, à la fraye de la Carpe. Des obsertions particulièrement intéressantes sont celles qui prouvent que les Tanches ont la faculté de résister à un desséchement plus ou moins prolongé des mares qu'elles habitent. M. Lunel a constaté la présence de ces poissons dans des mares peu profondes qui ne sont en communication avec

aucun cours d'eau ni avec aucun étang et dont l'eau disparaît complétement pendant les fortes chaleurs de l'été. Comme ces poissons se retrouvent de nouveau lorsque l'eau a reparu, il faut admettre qu'ils ont continué de vivre dans la vase humide recouverte par la croûte durcie de la surface.

A côté de nombreux documents d'une nature purement scientifique, l'ouvrage en renferme d'autres qui ont une portée économique. Dans cette catégorie rentrent tous les détails relatifs aux pêches. Ces renseignements se trouvent non-seulement mentionnés à propos de chaque espèce, mais l'auteur a consacré en outre aux pêches et à la pisciculture un chapitre spécial dans lequel ces sujets sont traités avec un jugement très-sûr.

Les vingt planches qui accompagnent le texte renferment 36 figures coloriées et un grand nombre de détails en noir. Les dessins originaux ont été exécutés par M. Alph. Lunel, fils de l'auteur, qui a rendu les formes et les brillantes couleurs des poissons avec une exactitude scrupuleuse et une remarquable habileté artistique. La lithochromie a reproduit à son tour les figures avec une fidélité étonnante; aussi peut-on citer cet atlas comme un modèle d'illustration scientifique.

La publication de l'ouvrage, qui a coûté environ 11,000 francs, s'est faite aux frais de souscripteurs ne fournissant qu'une modeste contribution annuelle de 10 francs! C'est un fait qui montre d'une manière frappante les services matériels que peut rendre aux sciences l'esprit d'association.

A. H.

W. Peters. Ueber die Entwickelung..... Sur le développement des Cæcilies et en particulier sur celui de la Cæcilia compressicauda. (*Monatsbericht der Akad. der Wissensch. zu Berlin*, janvier 1874, p. 45.)

La femelle de Cæcilie que M. Peters a eu l'occasion d'étudier a été envoyée de Cayenne, où elle avait été prise nageant

dans l'eau d'un canal. Peu d'instants après qu'on s'en était emparé, elle avait mis au monde un petit, et la dissection a montré qu'elle en contenait encore cinq dans une dilatation de ses oviductes.

Le nouveau-né et les fœtus, longs de 136 à 157 millim., ne présentent aucune trace de la frange en forme de nageoire que M. J. Müller et M. Peters lui-même ont observée sur l'extrémité postérieure du corps des jeunes de l'*Epicrium glutinosum*. Mais ce qui est plus remarquable, c'est qu'il n'existe pas sur les côtés du cou la moindre indication des ouvertures branchiales que l'on voit chez les jeunes Epicrium. On ne trouve pas non plus à l'intérieur de feuillets branchiaux ni de fentes branchiales. Par contre, il naît de la région nuchale deux vésicules, longues de 55^{mm}, lisses, de forme irrégulière, en connexion l'une avec l'autre par leur base grêle et transversale, et recevant un tronc vasculaire qui se ramifie à leur surface. Il est impossible de rien dire de précis sur leur position primitive, bien que d'après leur forme convexo-concave aplatie l'on doive supposer qu'elles ont été étroitement appliquées contre le corps. Dans la cicatrice que ces vésicules laissent sur le cou en se détachant, on remarque de chaque côté un petit trou qui est la lumière d'un vaisseau ou d'une paire de vaisseaux en communication avec les arcs aortiques du même côté.

Ces vésicules sont évidemment des branchies externes, et rappellent tout à fait les branchies externes en cloches que Weinland a découvertes chez les larves de la *Notodelphys* (*Opisthodelphis*) *ovifera* du Venezuela dont le développement se fait dans une poche sous-cutanée du dos de la femelle.

Bien que M. Peters n'ait pas encore pu reconnaître nettement les rapports des vaisseaux qui se rendent à ces ampoules respiratoires, les faits qu'il signale sont fort curieux et montrent des rapports intéressants entre les organes respiratoires larvaires des Cæcilies et ceux de certaines Rainettes.

A. H.

Prof. P. Bert. Recherches expérimentales sur l'influence que les modifications dans la pression barométrique exercent sur les phénomènes de la vie. (Paris, G. Masson, éditeur, 1874. *Ann. des Sc. nat.*, avril 1874.)

Ce mémoire est, comme le dit l'auteur, la réunion logiquement coordonnée de diverses notes qu'il a présentées à l'Académie des sciences en 1871—1872—1873 (en partie résumées, *Archives*, 1872, XLIII, 191).

M. Bert étudie expérimentalement les divers phénomènes qui accompagnent chez les animaux et les végétaux la diminution et l'augmentation de la pression barométrique. Il y arrive au moyen d'appareils très-bien construits et perfectionnés qui lui permettent de soumettre même de grands animaux (chiens) à ces expériences. Les planches qui se trouvent à la fin du mémoire rendent un compte exact de leur disposition.

Nous ne pouvons donner ici qu'un résumé succinct des nombreuses expériences de M. Bert et des principaux résultats intéressants auxquels il arrive, renvoyant pour les détails au travail original.

Quand la pression diminue, les gaz du sang diminuent; le sang contient moins d'oxygène et moins d'acide carbonique: ce dernier gaz ne s'accumule point dans ce cas dans le sang comme beaucoup d'auteurs l'ont prétendu.

Les troubles physiologiques éprouvés par les animaux sont ceux de l'asphyxie et sont dus, pour M. Bert, à la diminution de la proportion d'oxygène. C'est à cette diminution de la proportion d'oxygène qu'il faut attribuer le mal de montagne et les troubles analogues que subissent les aéronautes parvenus à de hautes altitudes, comme MM. Coxwell et Glaisher. Si le mal de montagne se produit à une altitude bien inférieure que dans les ascensions en ballon, il faut en voir la cause dans la dépense d'oxygène produite par le

mouvement musculaire. La réserve d'oxygène du sang étant beaucoup moindre quand on respire de l'air à pression faible, il en résulte que les efforts musculaires dépensent très-vite cet excès d'oxygène et qu'il se produit des phénomènes d'asphyxie qui disparaissent aussitôt que, par le repos, le sang peut faire une nouvelle provision d'oxygène. Si c'était l'accumulation de l'acide carbonique dans le sang qui était la cause des accidents du mal de montagne, comme le veut M. Gavarret et d'autres auteurs, pourquoi le mal de montagne ne se produirait-il pas à de faibles altitudes, le travail musculaire produisant dans ce cas-là tout autant d'acide CO^2 qu'à des niveaux plus élevés ?

La plupart des aéronautes qui sont arrivés à de grandes hauteurs sans éprouver d'accidents, étaient immobiles et c'est généralement à propos d'un mouvement musculaire fait pour une cause ou pour une autre que, dépensant la réserve d'oxygène, l'aéronaute éprouve des accidents analogues au mal de montagne, comme on peut le voir dans la description de l'ascension de MM. Coxwell et Glaisher.

C'est aussi à la diminution de l'oxygène qu'il faut attribuer les convulsions de l'asphyxie; c'est à la pauvreté en oxygène du sang qui se rend à la moelle allongée qu'il faut attribuer l'excitation qui détermine les mouvements respiratoires.

L'accumulation d'acide carbonique dans le sang produit un ralentissement, puis un arrêt des respirations, de l'insensibilité, mais jamais de convulsions. A ce propos, M. Bert insiste sur l'utilité dont pourrait être le CO^2 pour obtenir l'anesthésie chirurgicale, ce gaz n'ayant pas, comme d'autres anesthésiques, une action délétère sur les mouvements du cœur, présenterait moins de danger que d'autres anesthésiques.

C'est évidemment, dit M. Bert, la nécessité de lutter contre le froid, cause nouvelle de consommation d'oxygène qui explique pourquoi dans nos Alpes glaciales le mal de montagne frappe la plupart des voyageurs à des hauteurs qui sont dans les Cordillières tout à fait inoffensives, ici la limite des

neiges perpétuelles est à 4800 mètres; là, à 2700 seulement. Il faut, dans les Alpes, pourvoir au réchauffement du corps en même temps qu'aux efforts musculaires de la marche.

M. Bert a constaté que la température des animaux décomprimés s'abaisse sans qu'ils produisent le moindre travail extérieur et sans que l'air soit refroidi. Cet abaissement peut être de 2 à 3 degrés pour une diminution de moitié ou de deux tiers d'atmosphère en une demi-heure. Mais cela dépend du degré de décompression, de sa durée et de l'espèce animale.

Les animaux soumis au contraire à des pressions plus ou moins considérables offrent une augmentation des gaz du sang et en particulier de l'oxygène et de CO^2.

Cette augmentation d'oxygène, quand elle est faible, peut amener une activité plus grande dans les phénomènes de combustion organique, et rendre des services dans le traitement de certaines affections pulmonaires. Mais, quand la pression est trop vive, quand la proportion d'O, qui normalement est de 18 à 20 centimètres cubes par 100 centimètres cubes de liquide, arrive à être de 28 à 30 centimètres cubes, il se produit des phénomènes convulsifs qui entraînent la mort de l'animal qui survient quand la proportion d'O arrive à 35 centimètres. L'oxygène en excès agit, d'après les recherches de M. Bert, comme un poison convulsif violent.

L'oxygène en excès agit en diminuant les combustions organiques; il y a abaissement de température chez les animaux qui subissent cette influence.

Les mêmes phénomènes se produisent à cet égard aussi bien chez les animaux à sang froid que chez les mammifères. M. Bert les a aussi observés chez les invertébrés et les végétaux. L'oxygène à haute pression arrête les phénomènes de putréfaction; ce gaz, dans ces conditions, deviendrait toxique pour tous les organismes inférieurs qui jouent un si grand rôle dans le phénomène de la putréfaction.

Les diminutions de pression s'opposent aussi à la germi-

nation et à la végétation ; une trop faible pression d'oxygène asphyxie les graines comme les animaux, mais elle ne tue pas les graines et les empêche seulement de se développer. Les sensitives soumises à une pression de 25 centimètres meurent en une journée environ, à 50 centimètres elles deviennent malades, à 60 elles continuent à se porter assez bien. — A 25 centimètres, dans de l'air très-oxygéné, elles vivent très-bien.

Les modifications brusques de pression sont très-pernicieuses aux animaux. Quand un animal soumis à une pression de plusieurs atmosphères est subitement décomprimé, les gaz dissouts dans le sang pouvant être mis en liberté produisent des phénomènes d'embolies gazeuses et la mort. Cette action provoque souvent chez les plongeurs de graves accidents.

M. Bert, étudiant les modifications apportées dans l'excrétion de l'urée par la variation de la pression, montre que chez le chien la proportion d'urée diminue soit le jour même de la décompression, soit pendant la journée suivante. L'air comprimé diminue aussi considérablement la production et l'élimination de l'urée. Une pression de huit atmosphères maintenue pendant onze heures a fait tomber l'urée de 12 grammes à 3 grammes.

Appliquant le résultat de ses expériences aux conditions générales de la vie sur le globe, M. Bert s'exprime ainsi qu'il suit :

« 1° En dehors de la considération de température, il y a « pour les animaux et les végétaux, sur les hautes montagnes, une limite infranchissable. Cette limite varie sans aucun doute avec les espèces, et la distribution géographique « suivant les altitudes trouve là une de ses causes.

« 2° Il existerait, et à de faibles profondeurs, une limite « semblable dans les eaux de la mer si elles tenaient en dissolution l'oxygène et l'azote, suivant la loi de Dalton. Une « source d'air jaillissant au fond de la mer tuerait tout ce

« qu'elle rencontrerait dans son ascension verticale. La différente richesse en oxygène des divers courants aux différentes profondeurs est peut-être pour quelque chose dans la distribution géographique sous-marine.

« 3° Aux temps géologiques primitifs, où la pression de l'atmosphère devait être plus forte qu'aujourd'hui, les conditions de la vie étaient fort différentes de ce qu'elles sont aujourd'hui et suroxygénantes, et si, comme le disent les géologues, notre atmosphère tend à pénétrer de plus en plus, en raison du refroidissement des couches centrales, dans les profondeurs de la terre, nous marchons vers un état asphyxique comparable à celui que donne l'ascension des montagnes élevées.

« 4° Il est inexact d'enseigner, comme on le fait d'ordinaire, que les végétaux ont dû apparaître sur la terre avant les animaux, afin de purifier l'air de la grande quantité de CO^2 qu'il contenait. En effet, la germination, même celle des moisissures, ne se fait pas dans l'air assez chargé de CO^2 pour être mortel aux animaux à sang chaud.

« 5° Il l'est tout autant d'expliquer l'antériorité des reptiles par rapport aux animaux à sang chaud, par l'impureté de l'air souillé de trop de CO^2 ; les reptiles, en effet, redoutent ce gaz plus encore que les oiseaux et surtout que les mammifères. » Dr P.

Dr F.-A. Forel. Expériences sur la température du corps humain dans l'acte de l'ascension sur les montagnes. (*Bulletin de la Société médicale de la Suisse romande*, 1872 et 1873.)

Dans une première série d'expériences faites par M. le Dr Forel sur le même sujet (analysées *Archives*, 1872, t. XLIII, p. 433), l'auteur signalait plusieurs causes d'erreur auxquelles il cherche à se soustraire dans sa seconde série d'expériences. Ce second mémoire est basé sur des recherches très-

nombreuses : l'auteur, prenant la température du corps dans diverses régions, compare les résultats qu'il obtient et formule des conclusions. M. Forel n'a pas encore opéré dans les hautes altitudes où se produit le mal des montagnes. Il cherche à avoir d'abord une base fixe, résultant d'observations soignées faites à des altitudes faibles, et se réserve de faire les mêmes recherches pendant le mal des montagnes. L'abaissement de température, notée par M. Lortet et d'autres auteurs, n'a pas été observée par M. Forel qui signale, au contraire, une augmentation de température dans l'acte de l'ascension. Il est possible qu'avec une pression moindre les résultats seront différents, car M. Bert signale un abaissement de température avec l'abaissement de la pression (analyse précédente).

Voici les conclusions de M. Forel :

« Ire *Conclusion.* Le mouvement musculaire de l'ascension élève la température du corps.

« II. L'état d'équilibre de température auquel je suis arrivé dans vingt et une expériences, où j'ai poussé le déploiement des forces musculaires aussi près que possible du maximum, a été en moyenne de 1°,34 au-dessus de la normale.

« III. Plus le déploiement de forces musculaires est considérable, plus est importante la quantité de chaleur développée.

« IV. Je n'ai pas pu démontrer si l'élévation de température due aux mouvements gymnastiques de l'ascension diminue d'importance à mesure que la fatigue musculaire se fait sentir.

« V. Toutes les conditions extérieures et physiologiques étant égales, la dénivellation étant la même, et le temps employé étant semblable, la chaleur animale développée pendant l'acte de l'ascension est notablement plus élevée que celle développée pendant l'acte de la descente.

« VI. Il n'y a pas moyen de constater par des expériences de la nature de celles que nous avons entreprises la transformation des forces vives, de la chaleur en travail mécanique,

de prouver que le travail mécanique effectué pendant l'acte de l'ascension provient de la transformation d'une certaine quantité de chaleur en travail mécanique.

« VII. L'acte de l'ascension dans toutes les conditions où je me suis placé a élevé la température de mon corps.

« VIII. L'acte de la descente élève de même la température animale.

« IX. L'état d'équilibre de température du corps est la résultante de deux éléments : la production interne de chaleur, les pertes de chaleur périphériques. Ces deux facteurs sont modifiés dans les mouvements musculaires des actes de l'ascension et de la descente.

« X. La production de la chaleur est augmentée en raison d'une part de l'intensité des mouvements musculaires, d'une autre part de la durée de ces mouvements.

« Je n'ai pas pu calculer d'une manière exacte la valeur de cette production de chaleur. Dans une expérience elle a été au moins de 3,04 calories par minute. Cette valeur minimale est probablement très-éloignée de la vérité.

« Quant à la valeur maximale, mes expériences ne me permettent pas de l'évaluer.

« XI. Dans l'état d'équilibre de température du corps, l'élément des pertes de chaleur est la résultante des trois facteurs suivants :

« 1° L'état des fonctions physiologiques du sujet en observation ;

« 2° Les conditions de température, de sécheresse et d'agitation de l'air extérieur ;

« 3° La protection du sujet contre l'air extérieur par les vêtements.

« Ces trois facteurs doivent être considérés dans les expériences qui nous occupent.

« XII. Les mouvements gymnastiques déterminent chez l'homme les modifications suivantes aux fonctions physiologiques :

« 1° Le pouls s'accélère; le nombre des pulsations peut être plus que doublé ;

« 2° La peau se vascularise et se réchauffe ;

« 3° La sécrétion de sueur est augmentée;

« 4° Le rhythme de la respiration est accéléré, le nombre des inspirations peut être doublé ou triplé.

« Il en résulte que, toutes choses égales d'ailleurs, les pertes de chaleur sont considérablement facilitées.

« XIII. Ces modifications dans les fonctions physiologiques n'interviennent que postérieurement à la production exceptionnelle de chaleur due aux mouvements gymnastiques. Il en résulte que l'état d'équilibre de la température animale est notablement relevé et que le corps est réchauffé.

« XIV. L'air extérieur est généralement, à la montagne, plus froid et plus sec (humidité absolue) qu'à la plaine. Les pertes de chaleur en sont facilitées. De là, possibilité de mouvements gymnastiques plus violents et fatigue moins grande pour un même déploiement de forces musculaires.

« XV. L'effet de l'air extérieur peut être assez notablement influencé par les vêtements du sujet en expérience.

« XVI. Les différences dans l'élévation de la température du corps accusées par le thermomètre dans les diverses lectures de la même expérience ou dans des expériences différentes sont dues aux causes suivantes :

« 1° Différences d'intensité des mouvements musculaires;

« 2° Différences dans l'état des fonctions physiologiques du sujet ;

« 3° Différences dans les conditions de l'air extérieur;

« 4° Différences dans les vêtements.

« Ces quatre actions peuvent se combiner ou se neutraliser dans leurs effets.

« XVII. L'élévation de température due aux mouvements gymnastiques a été en moyenne dans les conditions où j'ai opéré :

« Dans les expériences d'ascension de 1°,34 au-dessus de la normale ;

« Dans les expériences de descente de 1°,54 au-dessus de la normale.

« XVIII. L'état de fatigue ne semble pas influencer cette élévation de température.

« XIX. L'état de jeûne prolongé n'est pas un obstacle à cette élévation de température.

« XX. Le corps suréchauffé par un violent exercice gymnastique revient très-lentement à la température normale.

« XXI. Dans les conditions physiologiques et physiques ordinaires, le facteur des pertes de chaleur est moins actif et plus lent dans ses allures que celui de la production de chaleur. » Dr P.

Dr Dufour. Sur le mal des montagnes. (*Bulletin de la Société médicale de la Suisse romande*, février 1874.)

Dans cette note M. Dufour, se fondant sur les observations de M. Forel, pense qu'on ne peut point expliquer le mal des montagnes par l'abaissement de la température comme l'avait avancé M. Lortet. M. Dufour pense que le mal des montagnes, qu'il considère différent des troubles qu'éprouvent les aéronautes, provient de l'absence dans le sang des aliments ternaires qui servent à la combustion ; ce serait un ensemble de symptômes produits lorsque la dépense de combustion que le travail exige ne peut plus être couverte par l'absorption ou par la résorption continuelle du tissu graisseux. Le mouvement musculaire en serait le principal facteur. C'est là une sorte d'inanition ; aussi le principal moyen d'éviter le mal des montagnes serait de manger souvent, en choisissant surtout des aliments combustibles faciles à digérer et à absorber. Dans ce but, M. Dufour propose le sirop de glycose qui remplirait fort bien ce but, et dont il recommande l'essai aux membres du Club alpin. L'explication théorique que M. Du-

four donne du mal des montagnes est très-analogue à celle qui est formulée dans le travail de M. Bert (analysé ci-dessus).

Dr P.

Dr A. Manouvriez. Recherches cliniques sur l'intoxication saturnine locale et directe par absorption cutanée. (Thèse de Paris, 1873, éditée chez A. Delahaye, 1874.)

L'auteur cherche à démontrer dans ce travail, contenant une collection de faits intéressants et bien observés, que souvent les accidents de paralysie dus à l'intoxication saturnine sont le résultat d'une absorption cutanée du plomb et d'une action directe de ce poison sur les extrémités nerveuses. Trois auteurs avant lui avaient, comme le dit M. Manouvriez, signalé quelques faits conformes à cette doctrine, ce sont MM. Fiévée, Ladreit de la Charrière et Frank Smith ; mais, d'un autre côté, l'absorption du plomb par voie cutanée est contestée par beaucoup d'autres auteurs.

M. Manouvriez, qui a borné ses recherches à l'observation clinique et n'a pas expérimenté sur les animaux, a pu recueillir trente observations dans lesquelles la paralysie affecte les parties plus spécialement en contact avec la matière toxique ; c'est, par exemple, la main droite chez les droitiers, la gauche chez les gauchers ; ce sont certains doigts, plus spécialement en contact avec les préparations saturnines, qui sont paralysés, à l'exclusion des autres.

Nous ne pouvons insister longuement ici sur les détails de ce travail fort intéressant au point de vue médical, hygiénique et physiologique, et nous nous contenterons d'en donner les conclusions :

« 1° A côté de l'intoxication saturnine générale et indi-
« recte par absorptions digestive et pulmonaire, il existe une
« intoxication saturnine locale et directe, par absorption cu-
« tanée, atteignant les parties immédiatement en contact avec
« le plomb.

« 2° Cette intoxication locale se manifeste par des douleurs « névralgiques, articulaires et musculaires, des crampes et du « tremblement, des fourmillements, de la paralysie sensitive « et motrice et de l'atrophie.

« 3° Cette intoxication locale, qui, dans la plupart des cas, « coexiste avec l'intoxication générale, peut néanmoins dans « certains cas exister seule.

« 4° Ces accidents saturnins locaux pourraient être avan- « tageusement combattus par un traitement local externe et « prévenus par des précautions hygiéniques tendant à pré- « server la peau des ouvriers du contact des préparations « plombiques.

« 5° Peut-être serait-il nécessaire d'apporter la plus grande « circonspection dans l'emploi des préparations saturnines « appliquées sur la peau. » Dr P.

BOTANIQUE.

J. Burdon-Sanderson. Sur les phénomènes électriques qui accompagnent l'irritation de la feuille de la Dionæa muscipula. (*Proceed. royal Soc.*, V, p. 21, n° 147, 1873.)

L'étude des mouvements des végétaux a fait un grand pas dans ces dernières années. On a, en effet, réussi à établir qu'ils résultent des changements de tension qui se produisent dans les tissus, soit spontanément, soit accidentellement. Ces tensions résultent elles-mêmes de la turgescence inégale des cellules dont les parois absorbent l'eau qui les baigne, ou l'abandonne, au contraire, en vertu d'une propriété spéciale de leur substance et sous l'influence des forces physiques, telles que la lumière, la chaleur, sans doute aussi l'électricité.

Les recherches les plus récentes, par exemple, semblent bien avoir établi que la chute et l'érection des feuilles et des folioles de la sensitive résultent d'un déplacement d'eau qui

gonfle alternativement les coussinets supérieurs et inférieurs de la base des pétioles et des pétiolules.

La rotation des tiges volubiles, des vailles, l'héliotropisme des tiges et des feuilles, etc., tiennent aussi à ce que la tension variable des tissus courbe les organes tantôt dans un sens, tantôt dans un autre. Par contre, on est loin encore d'être aussi avancé en ce qui concerne les mouvements remarquables dont les feuilles de la *Dionæa muscipula* sont le siége et qui n'avaient guère été étudiés jusqu'ici.

On sait que les feuilles de cette plante se terminent par un limbe formant deux surfaces concaves qui ont la faculté de se refermer violemment l'une contre l'autre, comme deux valves, au moindre attouchement des poils qui les recouvrent, et qu'on suppose doués d'irritabilité.

Les insectes qui s'aventurent à la surface des feuilles sont infailliblement victimes de leur imprudence et périssent étouffées entre ces redoutables valves qui restent fermées pendant un temps assez long.

M. le professeur Burdon-Sanderson a eu récemment l'occasion d'étudier l'état électrique de ces singulières feuilles. On peut regretter qu'il n'ait pas joint à ses expériences et à ses observations physiques une étude de la structure anatomique des tissus sans laquelle on ne saurait comprendre le mécanisme du mouvement. Il ne nous dit pas non plus si les courants électriques, dont il a reconnu l'existence dans des feuilles détachées de la plante, existaient déjà dans ces feuilles non encore séparées. Néanmoins ses expériences très-variées ont évidemment une grande importance et semblent bien prouver que l'électricité joue le rôle principal dans les mouvements en question.

En intercalant tantôt le limbe, tantôt le pétiole d'une feuille vivante dans le circuit d'un galvanomètre, l'auteur a d'abord reconnu l'existence de deux courants permanents de sens inverse, dont l'un parcourt le limbe de la base au sommet,

tandis que l'autre est dirigé de la base du limbe à la base du pétiole. Il nomme le premier *courant foliaire*, et le second *courant pétiolaire*.

Ces deux courants ne sont pas sans s'influencer mutuellement, car l'intensité du courant foliaire augmente lorsqu'on diminue la longueur du pétiole.

L'intensité du courant foliaire augmente aussi lorsqu'on fait agir sur le pétiole une faible pile de Daniell dans le sens du courant pétiolaire, et elle diminue, au contraire, si ce courant artificiel chemine de la base au sommet du pétiole.

Après avoir ainsi reconnu ce qu'il pense être l'état électrique normal des feuilles, l'auteur a étudié les changements produits dans cet état par l'attouchement des poils et à l'instant de la fermeture des valves qui en est la conséquence. Voici comment il résume lui-même les résultats de cette étude.

a) Une feuille étant placée entre les électrodes, de telle sorte que le courant foliaire normal se traduise par une déviation à gauche du galvanomètre, on laisse une mouche s'avancer vers les valves (concave surfaces). On observe alors qu'à l'instant où l'insecte arrive au contact des poils, l'aiguille du galvanomètre tourne rapidement à gauche en même temps que les valves se referment l'une contre l'autre;

b) La mouche ainsi emprisonnée ne reste pas immobile. A chaque mouvement qu'elle fait l'aiguille tourne à droite, puis s'arrête un peu plus à gauche que précédemment pour reprendre ensuite sa position précédente;

c) Les mêmes phénomènes peuvent être reproduits artificiellement en touchant avec un pinceau les poils sensibles d'une feuille encore ouverte ;

d) Le même effet se produit aussi lorsque l'on pince légèrement la feuille fermée avec une pince à pointes de liége;

e) Le pétiole encore attenant à la feuille étant placé sur les électrodes, le courant pétiolaire est augmenté toutes les

fois que l'on irrite la feuille par l'un des moyens indiqués ci-dessus ;

f) Si l'on place entre les électrodes un limbe dont on a coupé la moitié, l'aiguille du galvanomètre tourne encore à droite lorsqu'on irrite les poils sensibles en les touchant avec un pinceau ;

g) Une feuille ouverte étant placée sur les électrodes du galvanomètre, comme dans la première expérience (*a*), on perce l'une de ces valves avec deux pointes de platine pouvant fermer le circuit de la bobine secondaire d'un appareil à induction de Dubois-Raymond. On observe alors que l'aiguille tourne à droite chaque fois que le circuit secondaire est fermé pour reprendre ensuite ses positions primitives, comme cela a lieu après une irritation mécanique ordinaire. Le résultat est le même lorsque le sens du courant induit est interverti. On peut même répéter cette expérience un nombre indéfini de fois en *ayant soin*, cependant, *de laisser un intervalle de dix secondes entre les épreuves, sans quoi il ne se produit aucun effet;*

h) Si la portion de la partie concave de la feuille la plus voisine du pétiole est excitée par quelque action mécanique ou électrique, la déviation à droite est toujours précédée d'un saut de l'aiguille à gauche, soit dans le sens du courant foliaire normal. Cet effet n'a pas lieu lorsqu'on irrite toute autre région de la portion concave ;

i) La déviation à droite n'a jamais lieu qu'un quart ou un tiers de seconde après l'excitation mécanique ou électrique qui la détermine. C. de C.

VAN BEMMELEN. REPERTORIUM ANNUUM LITTERATURÆ BOTANICÆ PERIODICÆ. (Tomus primus, 1872. Harlem, 1873).

Il est toujours relativement facile à un savant qui traite une question spéciale quelconque, de retrouver les titres des publications antérieures sur le même sujet. Ce qui l'est moins,

c'est d'être parfaitement au courant de la littérature scientifique tout à fait contemporaine. Il existe maintenant tant de publications périodiques en diverses langues qu'il est presque impossible de les parcourir toutes et d'être, jour après jour, au courant des travaux les plus récents. Une publication venant à la fin de chaque année donner la nomenclature complète de tous les travaux scientifiques qui ont marqué son cours, rendrait donc de grands services. C'est ce qu'a fait pour la botanique M. van Bemmelen, bibliothécaire de la Société Feylérienne à Harlem, dans la première partie de son *Repertorium*, relative à l'année 1872. Pour rendre son œuvre encore plus complète, il a à la suite de chaque mémoire cité, mentionné toutes les publications périodiques dans lesquelles il était reproduit, analysé ou même simplement indiqué. La division parfaitement logique du sujet (empruntée au Traité de botanique de M. Sachs), la table alphabétique des noms d'auteurs rendent les recherches dans le *Repertorium* très-faciles. Nous ne doutons pas que cette publication ne rende de vrais services, et nous espérons que M. van Bemmelen la continuera et nous donnera bientôt le volume relatif à l'année 1873. M. M.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE MARS 1874.

Le 5, forte gelée blanche le matin.
6, gelée blanche le matin.
9, fort vent du SO ; pluie le soir.
10, de 7 h. à 7½ h. du matin, giboulée de neige par un fort vent du SO ; la plaine en est blanchie pendant une heure.
11, neige le matin de bonne heure, hauteur 35mm.
13, neige dans la matinée, hauteur 70mm ; la neige tombée le 13 ne disparaît entièrement dans la plaine que le surlendemain.
18, forte gelée blanche le matin.
21, assez forte bise depuis 10 h. du matin.
22, gelée blanche le matin.
23, forte bise dans l'après-midi.
24, forte bise tout le jour.
26, 27, 29 et 30, gelée blanche le matin ; le 30 à midi, halo solaire.

Les observations limnimétriques de ce mois présentent des lacunes qui sont dues à un dérangement de l'appareil ; l'échelle restait accrochée aux fils qui servent à la guider, en sorte que depuis le 1er mars l'index accusait constamment le chiffre de 68cm, le flotteur et l'échelle ne suivant pas le mouvement de l'eau. Une détermination du niveau de l'eau faite le 16 a permis de constater ce dérangement ; le niveau de l'eau était à —2m,22 au-dessous du repère de la pierre du Niton, la lecture correspondante du limnimètre aurait dû être 62cm,5, d'après la détermination du zéro de l'échelle faite le mois précédent, tandis que l'index marquait 68cm, comme cela avait eu lieu depuis le 1er mars. Le limnimètre a été réparé les jours suivants, et à partir du 21 les observations ont pu être faites comme de coutume, le zéro de l'échelle se rapportant à la cote —2m,845 au-dessous du repère de la pierre du Niton, de même

que pour les observations des mois précédents. En effet, d'après la moyenne de deux déterminations, faites le 28 mars entre 11 h. et midi, le niveau de l'eau était à $-2^{m},220$ au-dessous du repère de la pierre du Niton, en même temps que l'index accusait la division $62^{cm},5$ sur l'échelle. A défaut des indications du limnimètre, qui ne peuvent pas être utilisées pour les 20 premiers jours, on a pu faire usage pour un certain nombre de jours des lectures faites à l'échelle de la machine hydraulique, en tenant compte de la différence entre les deux appareils ; la lecture de l'échelle de la machine hydraulique n'a malheureusement été faite régulièrement tous les jours qu'à partir du 21, et il n'y a avant cette date que quelques lectures isolées, qui permettent cependant de combler en partie la lacune causée par le dérangement du limnimètre. La moyenne des 11 derniers jours du mois donne 5^{cm} pour la quantité dont les indications du limnimètre sont plus fortes que celles de l'échelle de la machine, d'après les lectures quotidiennes des deux appareils, faites à peu près à la même heure, et l'incertitude sur cette différence n'atteint pas un demi-centimètre. Cette correction de $+5^{cm}$ a été appliquée aux lectures faites à l'échelle de la machine du 1 au 20, et le chiffre ainsi obtenu, inséré dans la colonne du limnimètre, ne peut s'écarter que fort peu de celui que l'on aurait observé directement au limnimètre, si l'appareil n'avait pas été dérangé.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 6 à 10 h. matin	737,12	Le 10 à 6 h. matin	716,76
14 à 10 h. matin	739,15	19 à 4 h. après midi	726,90
22 à 6 h. matin	735,34	25 à 4 h. après midi	726,03
27 à 10 h. matin	734,87	28 à 4 h. après midi	731,85
29 à 8 h. matin	734,36	31 à 4 h. après midi	730,06

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation en millièmes. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation en millièmes. Minim.	Fract. de saturation en millièmes. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône Midi.	Temp. du Rhône Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.*
	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim.					mm.				°	°	cm
1	728,73	+ 3,11	+ 5,93	+ 3,10	+ 5,0	+ 7,7	6,43	+1,94	937	+149	810	970	1,3	9	N. 1	1,00	—	—	—
2	733,38	+ 7,81	+ 6,38	+ 3,43	+ 5,6	+ 8,6	6,15	+1,46	876	+ 91	740	990	0,8	7	NNE. 1	1,00	5,8	+ 0,3	—
3	735,21	+ 9,69	+ 4,57	+ 1,51	+ 4,5	+ 6,9	5,59	+1,06	897	+115	810	940	1,1	5	N. 1	1,00	6,3	+ 0,8	—
4	736,07	+10,60	+ 4,28	+ 1,10	+ 2,1	+ 7,5	4,45	—0,10	739	— 40	530	810	...	...	N. 1	0,64	6,3	+ 0,8	—
5	736,13	+10,71	+ 1,84	— 1,46	— 1,8	+ 6,1	3,28	—1,29	647	—129	410	880	...	...	NE. 1	0,21	6,1	+ 0,5	—
6	736,52	+11,15	+ 2,08	— 1,34	— 3,4	+ 7,1	2,51	—2,08	513	—260	200	790	...	...	N. 1	0,04	6,0	+ 0,4	—
7	734,86	+ 9,55	+ 2,31	— 1,23	— 2,4	+ 7,8	2,75	—1,86	552	—218	300	770	..	...	variable	0,00	6,1	+ 0,4	—
8	730,11	+ 4,86	+ 3,79	+ 0,13	— 4,0	+10,6	3,37	—1,25	583	—185	340	910	...	...	SSO. 1	0,02	—	—	71,0
9	723,77	— 1,42	+ 5,48	+ 1,70	+ 1,9	+10,0	4,17	—0,46	643	—123	420	870	0,2	1	SSO. 2	0,78	6,1	+ 0,3	65,0
10	719,60	— 5,53	+ 1,62	— 2,28	— 1,0	+ 4,9	3,26	—1,38	659	—105	390	970	5,4	4	SSO. 1	0,63	5,7	— 0,1	60,0
11	722,26	— 2,81	— 1,40	— 5,42	— 3,6	+ 2,0	3,25	—1,40	803	+ 41	580	900	1,0	1	variable	0,78	5,6	— 0,3	60,0
12	730,85	+ 5,84	— 3,28	— 7,43	— 7,6	+ 0,2	2,89	—1,77	798	+ 38	600	910	..	...	variable	0,38	5,4	— 0,5	—
13	731,76	+ 6,81	— 1,42	— 5,70	— 4,5	+ 4,8	3,44	—1,23	851	+ 93	600	960	3,4	7	variable	0,71	4,6	— 1,4	—
14	738,46	+13,57	— 2,59	— 6,99	— 7,8	+ 2,2	3,13	—1,55	818	+ 62	630	950	...	...	N. 1	0,07	5,3	— 0,7	—
15	736,36	+11,52	+ 0,76	— 3,77	— 4,3	+ 4,3	3,88	—0,81	793	+ 39	520	920	0,2	1	variable	1,00	—	—	65,0
16	735,20	+10,39	+ 3,97	— 0,69	— 1,0	+ 8,1	5,42	+0,71	882	+130	700	96[illegible]	...	...	N. 1	0,51	5,7	— 0,5	63,0
17	736,89	+12,11	+ 6,71	+ 1,93	+ 3,0	+13,9	5,55	+0,82	773	+ 23	490	910	...	...	variable	0,32	6,2	0,0	65,0
18	730,97	+ 6,22	+ 8,14	+ 3,23	— 0,3	+17,2	5,56	+0,81	709	— 39	370	980	...	..	variable	0,04	6,7	+ 0,4	61,0
19	727,57	+ 2,85	+ 8,50	+ 3,46	+ 6,1	+12,1	5,84	+1,07	719	— 27	520	870	0,5	1	N. 1	0,38	7,6	+ 1,2	61,0
20	727,50	+ 2,81	+ 8,23	+ 3,06	+ 6,1	+11,8	5,49	+0,69	688	— 56	530	770	1,5	5	SSO. 1	0,86	7,5	+ 1,1	—
21	732,02	+ 7,36	+ 6,25	+ 0,95	+ 2,0	+10,6	3,79	—1,04	566	—176	340	750	...	...	NNE. 2	0,10	6,8	+ 0,3	67,0
22	734,15	+ 9,52	+ 5,15	— 0,28	— 1,6	+13,5	4,65	—0,21	702	— 38	440	920	...	...	NNE. 1	0,56	—	—	65,0
23	730,72	+ 6,12	+ 9,19	+ 3,63	+ 7,4	+14,0	5,64	+0,75	676	— 62	450	810	...	.	NNE. 2	0,46	7,9	+ 1,2	66,0
24	730,17	+ 5,60	+ 6,76	+ 1,07	+ 4,0	+11,0	4,57	—0,35	647	— 89	400	890	...	..	NNE. 2	0,29	8,0	+ 1,3	65,0
25	727,69	+ 3,15	+ 5,39	— 0,43	— 0,8	+10,9	3,77	—1,18	579	—155	360	820	...	...	NNE. 1	0,22	7,7	+ 0,9	65,3
26	732,55	+ 8,04	+ 6,56	+ 0,60	— 0,7	+13,0	4,12	—0,86	587	—145	340	820	...	...	N. 1	0,03	7,8	+ 0,9	65,0
27	732,26	+ 7,78	+ 9,50	+ 3,41	0,0	+18,8	4,43	—0,58	537	—193	170	850	...	...	N. 1	0,01	7,9	+ 1,0	65,5
28	732,70	+ 8,24	+10,10	+ 3,87	+ 3,0	+17,1	5,46	+0,42	604	—124	330	800	0,9	2	variable	0,77	8,0	+ 1,0	64,7
29	733,30	+ 8,86	+ 9,01	+ 2,65	+ 1,5	+16,7	4,84	—0,23	607	—119	290	960	...	...	variable	0,05	—	—	65,0
30	732,42	+ 8,00	+10,06	+ 3,57	+ 2,0	+17,0	4,92	—0,18	571	—154	320	890	...	...	SSO. 1	0,48	8,6	+ 1,5	63,9
31	731,50	+ 7,09	+12,39	+ 5,76	+ 3,8	+19,0	4,92	—0,21	497	—227	190	890	...	...	SO. 1	0,32	8,7	+ 1,5	64,5

* A partir du 21, le chiffre se rapporte à la moyenne de deux lectures, faites l'une à 11 h., l'autre entre midi et 1 heure.

MOYENNES DU MOIS DE MARS 1874

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	731,43	731,92	732,11	731,86	731,20	730,71	730,85	731,12	731,20
2e »	731,40	731,89	732,00	731,99	731,64	731,54	732,03	732,56	732,87
3e »	732,51	732,73	732,62	732,04	731,26	730,81	731,08	731,75	732,12
Mois	731,80	732,20	732,26	731,97	731,36	731,01	731,31	731,81	732,07
Température.									
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade	+ 1,58	+ 2,24	+ 4,53	+ 6,19	+ 6,79	+ 7,09	+ 5,90	+ 4,13	+ 3,33
2e »	— 0,34	+ 0.86	+ 3,33	+ 4,86	+ 6,50	+ 6,84	+ 5,01	+ 3,68	+ 2,54
3e »	+ 2,44	+ 5,61	+ 9,17	+11,53	+13,06	+13,41	+11,69	+ 9,52	+ 8,20
Mois	+ 1,27	+ 2,99	+ 5,79	+ 7,65	+ 8,92	+ 9,25	+ 7,67	+ 5,90	+ 4,80
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	4,45	4,52	4,23	4,18	4,07	3,90	4,15	4,30	4,39
2e »	4,17	4,35	4,46	4,55	4,74	4,66	4,62	4,51	4,37
3e »	4,63	5,13	4,80	4,51	4,61	4,16	4,60	4,88	4,96
Mois	4,42	4,69	4,51	4,42	4,48	4,24	4,46	4,57	4,59
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	837	816	657	598	552	518	592	683	728
2e »	894	860	743	691	655	633	689	744	782
3e »	843	751	557	447	415	381	455	552	616
Mois	857	807	649	575	536	506	574	656	706

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°		°	mm	cm
1re décade	+ 0,65	+ 7,72	0,53	+ 6,05	8,8	65,3
2e »	— 1,39	+ 7,66	0,51	+ 6,07	6,6	63,8
3e »	+ 1,87	+14,69	0,30	+ 7,93	0,9	65,2
Mois	+ 0,43	+10,17	0,44	+ 6,71	16,3	64,8

Dans ce mois, l'air a été calme 1,8 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,17 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 29,2 O., et son intensité est égale à 18,24 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE MARS 1874.

Le 1er, brouillard tout le jour ; un peu de neige le soir, en trop petite quantité pour pouvoir être mesurée.

2 et le 3, brouillard tout le jour.

Du 4 au 7, ciel parfaitement clair.

Le 9, brouillard tout le jour, forte bise ; la neige commence à tomber le soir.

10, neige et brouillard une partie de la journée.

11, brouillard et forte bise tout le jour.

12, brouillard et forte bise jusqu'au soir.

13, brouillard et très-forte bise tout le jour ; il a un peu neigé le matin, mais la neige a été emportée par le vent.

15, brouillard, forte bise tout le jour.

16, brouillard tout le jour.

19, brouillard le matin et le soir.

20, neige et brouillard le matin.

21 et 23, un peu de neige le matin, qui a été emportée par la bise et n'a pas pu être recueillie.

30, brouillard le soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 3 à 10 h. matin	567,93	Le 1er à 6 h. matin	562,54
17 à 10 h. soir	570,32	11 à 6 h. matin	549,60
22 à midi	568,91	20 à 8 h. matin	560,58
27 à 10 h. soir	569,43	25 à midi	560,83
31 à 10 h. soir	568,03	29 à 8 h. matin	566,73

SAINT-BERNARD. — MARS 1874.

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent dominant.	Clarté moyenne du Ciel.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum.	Maximum.	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum*	Maximum*	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.		
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim			
1	563,41	+ 3,72	562,54	564,63	— 4,60	+ 3.63	— 5,2	— 2,4	.....	.....	....	SO. 1	0,96
2	566,36	+ 6,68	565,17	567,52	— 4,47	+ 3,70	— 6,2	— 0,5	.....	.....	....	SO. 1	0,90
3	567,44	+ 7,76	567,20	567,93	— 8,60	— 0,49	— 9,4	— 5,4	.....	.....	....	SO. 1	0,82
4	566,73	+ 7,06	566,64	566,94	— 8,74	— 0,69	—12,1	— 4,3	.....	.....	....	NE. 1	0,10
5	565,83	+ 6,16	565,59	566,16	—10,14	— 2,15	—12,5	— 6,1	.....	.....	....	NE. 1	0,07
6	566,21	+ 6,55	565,91	566,47	— 9,81	— 1,89	—12,4	— 5,8	.....	.....	....	NE. 1	0,00
7	565,26	+ 5,60	565,09	565,57	— 8,71	— 0 86	—12,0	— 3,4	.....	.....	....	NE. 1	0.00
8	562,72	+ 3,06	561,93	563,51	— 8,66	— 0,88	—10,3	— 5,0	.....	.....	....	SO. 1	0,11
9	558,13	— 1,54	556,11	559,22	—10,31	— 2,60	—10,3	— 8,9	.....	.....	....	SO. 2	0,97
10	552,42	— 7,25	551,56	553,28	—11,41	— 3,77	—15,2	— 7,9	95	7,6.	....	variable	0,84
11	551,61	— 8,07	549,60	554,09	—18,00	—10,44	—19,0	—16,0	.....	.....	....	NE. 2	0,96
12	557,90	— 1,59	554,73	560,65	—19,41	—11 93	—20,1	—17,0	.....	.....	....	NE. 2	0,74
13	560,09	+ 0,39	558,37	562,55	—16,21	— 8,81	—14,5	—17,2	.....	.....	....	NE. 3	0,90
14	565,43	+ 5,72	563,73	566,12	—14,16	— 6,84	—17,6	—11,4	.....	.....	....	NE. 1	0,01
15	565,34	+ 5,61	565,15	566,09	—10,16	— 2,93	—14,3	— 7,9	.....	.....	....	NE. 2	0,94
16	566,93	+ 7,18	566,24	567,90	— 6,65	+ 0,49	— 7,4	— 5,0	.....	.....	....	NE. 1	0,96
17	569,57	+ 9,80	568,42	570,32	— 4,41	+ 2,64	— 9,9	— 1,2	.....	.....	....	NE. 1	0,09
18	566,79	+ 7,00	565,08	568,38	+ 1,13	+ 8,09	— 4,2	+ 5,7	.....	.....	....	NE. 1	0,02
19	562,38	+ 2,56	562,22	562,88	— 4,36	+ 2,51	— 5,3	— 1,6	.....	.....	....	NE. 1	0,66
20	561,46	+ 1,61	560,58	562,15	— 5,20	+ 1,57	— 7,0	— 2,0	40	3,6.	....	NE. 1	0,53
21	564,23	+ 4,35	562,72	565,72	— 6,68	— 0,01	— 9,7	— 4,1	.....	.....	....	NE. 2	0,28
22	568,48	+ 8,57	567,61	568,91	— 0,19	+ 6,38	— 2,8	+ 3,8	.....	.....	....	NE. 1	0,28
23	565,23	+ 5,29	564,96	565,75	— 3,57	+ 2,90	— 5,8	— 0,1	.....	.....	....	NE. 2	0,61
24	563,51	+ 3,53	562,92	564,23	— 5,88	+ 0,49	— 8,2	— 3,0	.....	.....	....	NE. 1	0,32
25	561,64	+ 1,62	560,83	562,91	— 4,56	+ 1,70	— 7,4	— 0,8	.....	.....	....	NE. 1	0,17
26	566,24	+ 6,18	564 26	568,09	— 4,34	+ 1,82	— 7,3	— 1,1	.....	.....	....	NE. 1	0,03
27	569,01	+ 8,91	568,24	569,43	— 1,59	+ 4,46	— 5,7	+ 2,7	.....	.....	....	NE. 1	0,00
28	567,76	+ 7,61	567,82	568,82	— 2,52	+ 3,42	— 4,3	+ 0,7	.....	.....	....	NE. 1	0,33
29	567,39	+ 7,19	566,11	568,11	— 2,99	+ 2,84	— 7,0	+ 1,4	.....	.....	....	NE. 1	0,16
30	567,45	+ 7,20	567,73	567,73	— 1,18	+ 4,54	— 4,3	+ 5,0	.....	.....	....	NE. 1	0,34
31	567,55	+ 7,25	567,03	568,03	— 0,20	+ 5,40	— 4,8	+ 3,1	.....	.....	....	NE. 1	0,04

* Ces colonnes renferment la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

MOYENNES DU MOIS DE MARS 1874.

Baromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	563,53	563,62	563,63	563,63	563,49	563,44	563,39	563,43	563,37
2e »	561,85	562,03	562,40	562,69	562,85	562,96	563,23	563,57	563,68
3e »	566 02	566,08	566,25	566,25	566,16	566,19	566,35	566,53	566,69
Mois	563,87	563,98	564,16	564,26	564,23	564,26	564,39	564,57	564,65

Température.

	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	— 9,83	— 8,55	— 6,46	— 6,14	— 5,42	— 6,60	— 8,80	— 9,74	—10,15
2e »	—11,53	— 9,61	— 8,77	— 7,78	— 7,35	— 8,07	— 9,13	— 9,92	—10,31
3e »	— 5,75	— 3,61	— 2,30	— 0,46	— 0,00	— 0,12	— 2,71	— 3,55	— 4,08
Mois	— 8,93	— 7,14	— 5,73	— 4,65	— 4,12	— 4,69	— 6,75	— 7,60	— 8,05

	Min. observé.*	Max. observé.*	Clarté moyenne du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	—10,56	— 4,97	0,48	7,6	95
2e »	—11,93	— 7,36	0,58	3,6	40
3e »	— 6,12	+ 0,69	0,23	—	—
Mois	— 9,43	— 3,73	0,42	11,2	135

Dans ce mois, l'air a été calme 1,4 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 4,24 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45 E., et son intensité est égale à 76,7 sur 100.

* Voir la note du tableau

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XLIX (NOUVELLE PÉRIODE)

1874. — N°s 193 à 196.

Pages

Note sur la surface des ondes, par M. *Ch. Cellérier.* 5

Étude sur les seiches du lac Léman, par M. le professeur *F.-A. Forel* 24

Note sur quelques faits de la structure des chaînes centrales des Alpes, par M. *Charles Lory* 89

Sur une variation de température qui accompagne la diffusion des gaz à travers une cloison de terre poreuse, par M. le professeur *L. Dufour* 103

Note sur une prétendue connexion entre les éclipses solaires et le magnétisme terrestre, par le Père *François Denza.* 134

Résumé d'observations spectroscopiques du Soleil faites à Genève, par M. *Emile Gautier.* 177

L'expédition scientifique du navire de S. M. Britannique le *Challenger* 189

Bases oxygénées distillables dérivées du glycol et des amines aromatiques, par M. *Eugène Demole.* . . 281

Recherches sur la diffusion qui se produit entre l'air sec et l'air humide à travers une paroi de terre poreuse, par M. le professeur *L. Dufour* 316

Spectroscope à oculaire fluorescent, par M. *J.-L. Soret* 338

Des manomètres différentiels à deux liquides, par M. *Arthur Achard* 344

Notice nécrologique sur Adolphe Quetelet, par M. *Alfred Gautier* 350

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

Pages

H. Streintz. Modification apportée par le passage du courant à la longueur d'un fil conducteur..... 143
Prof. *Tyndall.* Sur la transparence et l'opacité acoustique de l'atmosphère..... 146
H. Serrano y Fatigati. Recherches théoriques et expérimentales sur la diffraction du son..... 151
O. Reynolds. Action brisante d'une décharge électrique au travers de l'eau..... 152
J.-N. Lockyer. Recherches d'analyse spectrale relativement au spectre solaire..... 213
Mlle *de Salisbury.* Sur les lignes spectrales à une basse température..... 214
Eilhard Wiedemann. Sur la lumière réfléchie par l'hypermanganate de potasse..... 217
Dr *D. Macaluso.* Recherches sur la polarisation des électrodes par le chlore et l'hydrogène..... 219
A.-W. Bickerton. Sur une nouvelle relation entre la chaleur et l'électricité statique..... 225
V. Raulin. Régime pluvial de la zone torride..... 228
J. Plateau. Statique expérimentale et théorique des liquides soumis aux seules forces moléculaires..... 230
A. Kundt. Dichroïsme temporaire produit par extension. 358
O.-E. Meyer. Recherches hydrauliques..... 359

CHIMIE.

G. Wiedemann. Sur les proportions dans lesquelles se combinent les bases et les acides en présence dans une dissolution..... 231
Prof. Dr *V. Meyer.* Des combinaisons nitrées de la série grasse..... 234
Traube. Théorie de la fermentation..... 241
Ador et *Rilliet.* Analyse d'un silicate d'alumine hydraté trouvé à Collonges, près le Fort-de-l'Ecluse..... 242
A. Gautier. Réaction du chlorure d'argent sur le biiodure de phosphore..... 243

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

Victor Thiollière. Description des poissons fossiles provenant des gisements coralliens du Jura dans le Bugey.— Comte *de Saporta.* Notice sur les plantes fossiles du niveau des lits de poissons de Cerin.— *Fal-*

Pages

san et *Dumortier*. Note sur les terrains subordonnés aux gisements de poissons et de végétaux fossiles. . . 154
F. de Hauer. Carte géologique générale de la monarchie austro-hongroise, 1867-1873. 244

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

Ernst Haeckel. Sur la Morphologie des Infusoires.— Sur quelques Infusoires pélagiques.— *O. Bütschli*. Observations sur les Infusoires.— *Edouard Everts*. Recherches sur la *Vorticella nebulifera*.— *Wladimir Alenitzin*. *Wagneria cylindroconica*.... Un nouvel Infusoire. 67
Dr *E. Mandelstamm*. Entre-croisement des fibres optiques et hémiopie. — Prof. *D. Michel*. Structure du chiasma nervorum opticorum.—*Brown-Séquard*. Recherches sur les communications de la rétine avec l'encéphale. - *Biesiadecki*. Du chiasma, etc. — Dr *Pawlowsky*. Du chiasma optique. 156
E.-G. Balbiani. Observations sur le *Didinium nasutum*. . 159
Prof. *E. Cyon*. Des fonctions des canaux semi-circulaires de l'oreile 162
Dr *E. Dupuy*. Examen de quelques points de la physiologie du cerveau. — Dr *Carville* et *Dupuy*. Notes à la Société de Biologie. 163
P.-Martin Duncan. Description des coraux dragués pendant les expéditions du *Porcupine* en 1869 et 1870. . 253
Fritz Müller. Recherches pour servir à l'histoire des Termites. 254
Hermann Schmidt. Contribution à la pathogénie de la névrite optique par stase sanguine. — *G. Schwalbe*. Recherches sur les voies lymphatiques de l'œil et leurs enveloppes. — *Le même*. Les voies lymphatiques de l'œil. — *W. Manz*. Sur les affections du nerf optique par suite de maladies encéphaliques.—*Le même*. Sur les phénomènes de la pression intracranienne observés dans l'œil. — *Le même*. Maladies du nerf optique dans les affections cérébrales. — *Jul. Michel*. Contributions à la connaissance des voies lymphatiques postérieures de l'œil. — *Wolfring*. Contribution à l'histologie de la lame criblée de la sclérotique.—*Th. Leber*. Etudes sur l'échange des liquides dans l'œil.—*Ignaz Barbar*. De quelques formes rares d'affections syphilitiques des yeux. 259
R. Heidenhain. De l'arythme du cœur 265
Dr *Martin-Damourette*. Antagonisme de l'éserine avec elle-même et avec l'atropine. — *M.-J. Bossbach*. Recherches pharmacologiques. — *M.-J. Rossbach* et

Pages

Frœhlich. Recherches sur l'action physiologique de l'atropine et de la physostigmine sur la pupille et le cœur. — *H. Kœhler.* Recherches expérimentales relatives à l'action de la fève de Calabar sur le cœur et remarques sur l'arythmie.— Dr *Luigi Luciani.* Fonction périodique du cœur de grenouille isolé du corps 267
G. Lunel. Histoire naturelle des poissons du bassin du Léman 360
W. Peters. Sur le développement des Cæcilies et en particulier sur celui de la *Cæcilia compressicauda* 364
Prof. *P. Bert.* Recherches expérimentales sur l'influence que les modifications dans la pression barométrique exercent sur les phénomènes de la vie 366
Dr *F.-A. Forel.* Expériences sur la température du corps humain dans l'acte de l'ascension sur les montagnes. 370
Dr *Dufour.* Sur le mal des montagnes..... 374
Dr *A. Manouvriez.* Recherches cliniques sur l'intoxication saturnine locale et directe par absorption cutanée 375

BOTANIQUE.

Genevier. Premier supplément à l'essai monographique sur les Rubus du bassin de la Loire..... 74
Godron. Des hybrides et des métis de Datura, étudiés spécialement dans leur descendance..... 75
Godron. De l'origine probable des poiriers cultivés... 77
Clos. Des caractères du péricarpe et de sa déhiscence pour la classification naturelle..... 77
Hugo de Vries. Habitation du Stratiotes aloïdes..... 78
A. Merget. Sur des phénomènes de thermodiffusion gazeuse qui se produisent dans les feuilles, et sur les mouvements circulatoires qui en résultent dans l'acte de la respiration chlorophyllienne..... 165
J. Burdon-Sanderson. Sur les phénomènes électriques qui accompagnent l'irritation de la feuille de la *Dionæa muscipula* 376
Van Bemmelen. Repertorium annuum Litteraturæ botanicæ periodicæ 379

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

faites à Genève et au Grand Saint-Bernard

Observations faites pendant le mois de décembre 1873. 81
Idem. pendant le mois de janvier 1874... 169
Idem. pendant le mois de février..... 273
Idem. pendant le mois de mars..... 381

New York Botanical Garden Library
3 5185 00274 3100